Б Б К 85.5
М 58

Вниманию оптовых покупателей!

Книги различных жанров
можно приобрести по адресу:
129348 Москва, ул. Красной сосны, 24,
издательство «Вече».
Телефоны: 188-88-02, 188-16-50, 182-40-74;
т/факс: 188-89-59, 188-00-73.
E-mail: veche@mail.sitek.net

© Ю.В. Мизун, Ю.Г. Мизун, 2000.
ISBN 5-7838-0673-0
© «Вече», 2000.

ВВЕДЕНИЕ

Человек является частью природы, он сам — природа, несмотря на то, что он научился расщеплять атом и запускать ракеты. Но посмотрим, как он пользуется своими знаниями. Человек захламил практически всю Землю радиоактивными отходами, расщепив атом, и сейчас не знает, что с ними делать. Человек способен, по большому счету, только на создание отходных технологий. На 1 т полезного продукта в созданных человеком технологиях приходится 99 т отходов. В технологиях, созданных Природой, отходов вообще нет. Одно переходит в другое, и нигде на поточной линии не образуются свалки отходов. Недаром ученый сказал: "Этот камень рычал когда-то, этот плющ парил в облаках".

Люди вместе составляют коллектив, общество, этнос и т. д. Отношения между обществом и Природой не могут строиться по принципу противопоставления; Природа по своему устройству на много порядков выше устройства человеческого общества. Только в редких случаях человеческое общество налаживало свою жизнь так, что не очень сильно вредило Природе, а значит себе самому. Мы уже писали неоднократно, что защищать природу не надо. Она защитит себя сама и не остановится перед тем, чтобы вытолкнуть в небытие сам вид "Homo sapiens". Все возможности у Природы для этого есть. У нее вообще есть все возможности. Защищать надо не природу, а человека, человека, который кичится своим умом, называет природу дикой, а сам в своем самомнении в недалеком будущем видит себя богочеловеком. Правда, человек милостив, он вынашивает планы образумливать дикую (глупую) природу и если не поднять ее до своего уровня, то хотя бы частично вытащить природу из ее дикости. Вот такой кошмар оставило нам средневековье! И не надо слишком злоупотреблять словосочетанием: "…в наш просвещенный век".… Надо помнить, что ни одно начинание (открытие) человека не было до сих пор хорошим до конца. Все всегда кончалось бедой. И не только расщепление атома и ядра, такое же положение практически во всех других странах. Занимаясь земледелием, человек неразумно разрушал почву. В наше время каждый день площадь пустынь на земном шаре увеличивается.

Человеческое общество живет и развивается не в вакууме, не само по себе. Оно воздействует на природу и бумерангом получает

то, что ему причитается. Кроме того, изменения в природе, которые вызваны ее внутренними законами, не могут не влиять на жизнь общества. Поэтому наивно рассматривать историю человеческого общества независимо от процессов в природе. Собственно, об этом было сказано еще в прошлом веке: "Сама история является действительной частью истории природы, становления природы человеком. Впоследствии естествознание включит в себя науку о человеке в такой же мере, в какой наука о человеке включит в себя естествознание. Это будет одна наука".

Данная книга является одной из первых на пути создания такой комплексной науки. Эта наука должна возникнуть как результат синтеза знаний обо всей системе на Землю, а, правильнее, во всей Вселенной. Но синтезу должен предшествовать анализ составляющих этой системы. Результаты такого анализа мы изложили в книгах "Тайны Мирового разума", "Космос и здоровье", "Тайны богов и религий", "Озонные дыры и гибель человечества?", "Апостол Павел и тайны первых христиан", "Разумная жизнь во Вселенной". Данная книга является первым шагом по стыковке, синтезу истории человечества и природной среды. Об этом Л. Гумилев писал так: "Между закономерностями природы и социальной формой движения материи существует постоянная связь". В другом месте он писал:

"Науку всегда интересуют люди, массы. Живые люди ведут себя в истории соответственно тому стереотипу, который сложился у них за время их сожительства с окружающим ландшафтом. Земля не только кормит, Земля и губит за неразумное обращение с ней. А ведь неразумие может быть связано как с перенаселением и желанием изменить территорию, так и с варварством, которое заключается в хищническом использовании земли как собственности, которую нужно эксплуатировать, получать скоротечный доход". Человеческое общество не может обойтись без природы, и, как бы ни были развиты технологии, все самое важное человеческое общество получает от природы. В трофическую цепь люди входят как завершающее звено биоценоза того региона, который они заселяют. Речь должна идти о единой, целостной системе, в которую наряду с людьми входят культурные растения и домашние животные, ландшафты, как преобразованные человеком, так и девственные, богатства недр, взаимоотношения с соседями — либо дружеские, либо враждебные. В эту систему органически входят та или иная динамика социального развития, а также то или иное сочетание языков (от одного до нескольких) и элементов материальной и духовной культуры. Эта динамическая, изменяющаяся во времени система была названа этноценозом. Гумилев писал, что эта динамическая система — этноценоз — возникает и рассыпается в ис-

историческом времени, оставляя после себя памятники человеческой деятельности, лишенные саморазвития и способные только разрушаться, и этнические реликты, достигшие фазы гомеостаза". Далее Гумилев пишет: "Но каждый процесс этногенеза оставляет на теле земной поверхности неизгладимые следы, благодаря которым возможно установление общего характера закономерностей этнической истории. И теперь, когда спасение природы от разрушительных антропогенных воздействий стало главной проблемой науки, необходимо уяснить, какие стороны деятельности человека были губительны для ландшафтов, вмещающих этносы. Ведь разрушение природы с гибельными последствиями для людей — беда не только нашего времени, а оно не всегда сопряжено с развитием культуры, а также с ростом населения".

Почему-то никто из историков не берется написать естественную историю человечества. Описывают один кусок в отрыве от всего объекта, описывают закоченелый, неживой палец вместо того, чтобы описывать живой организм. Почему? Да потому, что это сложно, для этого надо знать и то, и другое, и третье. И не просто знать, а видеть, чувствовать взаимодействие, взаимообусловленность того, другого и третьего. Куда проще специализироваться по новой или новейшей истории, ограничиться одной страной и т. д. Зачем учитывать все то, что на самом деле воздействовало на человеческое общество и практически предопределило его расцвет или распад, гибель. Идут годы, а пока что ни один из историков не дал анализ того, что произошло с нами за последние 10—15 лет, а главное, не вскрыл причин того, что произошло. Куда проще и эффективнее рассказывать обалдевшей публике о письмах Екатерины или о дворцовых интригах советского периода. Это делать просто, а главное безрезультатно. Ничего это не дает. Если не вскрываются причины происходящего, то нельзя сделать выводы на будущее. Поэтому все это бесполезно. Все это только видимость истории, ее блеск, а на самом деле нищета.

Вряд ли кто-то думающий будет оспаривать, что хороший урожай или жестокий голод оказывают влияние на поведение общества. Они могут даже послужить поводом для войны. Но на самом деле вся проблема намного сложнее. "Сложность взаимоотношений истории, географии и этногенеза столь велика, что должна быть сделана подробная карта подобных взаимоотношений" (Гумилев). Каждый этнос связывает будущность с определенным биоценозом. Если происходит регенерация природы, то это не может не сказываться на развитии этноса. История полна примеров дегенерации природы, и каждый раз исчезает какой-либо этнос. Вернадский об этом сказал так: "Вся история человечества является неразрывной частью в колебаниях мировой биосферы".

Если мы хотим понять эти узы между обществом как элементом системы и всей системой, то должны учитывать все связи, а точнее взаимосвязи. Специалисты говорят, что надо исследовать все импульсы поведения этнических коллективов. "Они могут быть социальными и эмоциональными, диктоваться личной волей индивида, традицией, принудительным воздействием коллектива, влиянием внешней обстановки, географической среды и даже спонтанным развитием, поступательным ходом истории". Известно, что история никого и ничему не учит. Каждый раз все происходит как впервые. Создается впечатление, что события в обществе (войны, революции и т. п.) имеют каждый раз свои собственные причины, и нет каких-либо общих для всей истории человечества законов, подобных законам, которым подчиняется неживая материя.

Но если это так, то зачем нужна история? Другими словами, если это так, то история вообще не является наукой. Наука должна основываться на открытых ею законах с тем, чтобы ставить проблемы дальнейшего развития. Если общих законов нет, то это не наука, а архив. Архив, который не используют при выработке новых политических, военных, социальных и других решений. Нужен ли такой архив? Этот вопрос возникал очень давно. Так, еще в конце XVII и в начале XVIII столетия историю склонны были считать "условной сказкой". Эти слова принадлежат де Фонтенелю, племяннику Корнеля. Такой вывод напрашивается сам по себе, поскольку "человечество за всю свою многовековую культуру, которой сопутствовало постепенное развитие точных наук, не уяснило себе ни одного закона, по которому должно протекать то или иное историческое явление или событие" (А. Л. Чижевский).

Человек всегда был очень высокого мнения о себе. Исключение представляют только люди и племена, которые живут на природе, в природе, являясь органическим звеном природы. Они-то понимают, чувствуют спинным мозгом то, к чему приходят только отдельные наиболее глубокомыслящие философы. Поэтому индейцы сиу утверждали, что "Дух земли творит то, что неделимо. Со всем сущим на земле нас связывают узы родства". Индейцам, которые имели правильное представление о Мире, в котором живет человечество, вторит В. И. Вернадский: "Вся история человечества является неразрывной частью колебаний мировой биосферы".

Многие истинные мыслители также чувствовали строй природы и непосредственно понимали мир как нераздельное целое. Уместно привести слова Тютчева:

Невозмутимый строй во всем,
Созвучье полное в природе;
Лишь в нашей призрачной свободе
Разлад мы с нею сознаем.

Последствия чрезмерного самомнения человека А. Л. Чижевский выразил в таких словах: "Самоутверждая себя, составляя себе понятия на основании личного опыта, человек мог предположить, что течение частного или общественного порядка находится в прямой зависимости от его произвола. Это приводило к изъятию хода исторической действительности из ряда явлений природы. Подобные убеждения, не имеющие никаких точек соприкосновения с подлинною наукой, принуждали видеть в истории не живое следствие взаимодействий человека и окружающей его природы, а только посмертную запись событий в жизни человечества в порядке их последовательных воспоминаний и потуханий". Именно поэтому А. Л. Чижевский справедливо заключил: "Несмотря на огромный материал, собранный историками, на утонченные методы его разработки, несмотря на колоссальную работу, которую проделали ученые, история, в том виде, как она есть, значит не более нуля для социальной практики человечества". При таком подходе история — это знание о мертвом, о ненужном для вечно прогрессирующей жизни.

Но такой бесперспективный подход разделяли не все ученые. Так, еще в середине прошлого века английский историк Бокль (1821—1862) пытался показать на огромном фактическом материале, что к истории должны быть приложены методы и принципы естественных наук. Он утверждал, что история есть взаимодействие между человеком и природой. Он настаивал на изучении влияния окружающих условий на человеке с применением статистики. Он справедливо полагал, что познать законы истории можно лишь путем статистических наблюдений за деятельностью масс, открывающих закономерности массовых поступков. Только путем познания общих законов история может достичь степени науки, а потому знание единичных фактов и личностей не представляет из себя никакой научной ценности. Так справедливо полагал Бокль еще в прошлом веке.

В этом смысле Бокль был не одинок. Примерно в то же время работал американский химик и историк Дрэнер (1811—1882). Он пришел к выводу, что историческая эволюция народов управляется естественными законами и находится под влиянием "физических агентов природы". Поскольку физические явления протекают по строгим законам, то и исторические явления не представляют собой результат действия свободной воли, а подчинены определенной закономерности, которая должна быть рано или поздно вскрыта.

Но не думайте, что эти мысли ученых сразу дошли до историков. Не дошли они до историков ни тогда, сто пятьдесят лет назад, ни сейчас. Все продолжает двигаться по старой, наезженной колее.

При этом история играет роль то интересной, то страшной сказки, на которую наброшена густая крепкая сеть политиканства и идеологий. Недаром одни и те же события и факты описываются и переписываются по-разному. Где уж тут искать в исторических процессах действие объективных законов, единых для живой и неживой истории во Вселенной. Собственно, именно поэтому мы решили изложить суть дела в данной книге и дать соответствующий материал к размышлению как историкам, мыслителям, так и просто думающим читателям.

Суть дела хорошо понимал А. Л. Чижевский. Он писал: "В свете современного научного мировоззрения судьбы человечества, без сомнения, находятся в зависимости от судеб Вселенной. И это и есть не только поэтическая мысль, могущая вдохновить художника к творчеству, но истина, признание которой настоятельно требуют итоги современной точной науки. В той или иной степени всякое небесное тело, перемещающееся в пространстве относительно Земли, при своем движении оказывает известное влияние на распределение силовых линий магнитного поля Земли, внося этим различные изменения и пертурбации в состояние метеорологических элементов и воздействуя на ряд других явлений, развивающихся на поверхности нашей планеты. Кроме того, состояние Солнца, первоисточника всякого движения и всякого дыхания на Земле, находится в известной зависимости от общего состояния электромагнитной жизни мира вообще и, в частности, от положения других небесных тел. Не связывает ли это изумительно тонкими, но в то же время величественными связями интеллектуальное развитие человечества с жизнедеятельностью Вселенной? Мировой процесс, охватывающий все стороны неорганической и органической эволюции, представляет собой явление вполне закономерное и взаимосвязанное во всех своих частях и проявлениях. Изменение одних частей, центральных и управляющих, влечет за собою соответственное изменение всех частей, периферических и подчиненных". Далее А. Л. Чижевский продолжает: "Включая человека и его психическую деятельность в области обычных явлений природы, современная наука тем самым дает основания предполагать некоторую зависимость, существующую между проявлениями интеллектуальной и социальной деятельности человека и рядом мощных явлений окружающей его природы. Жизнь Земли, всей Земли, взятой в целом, с ее атмосферой, гидросферой и литосферой, а также со всеми растениями, животными и со всем населяющим Землю человечеством, мы должны рассматривать как жизнь одного общего организма".

Такое рассмотрение мы и предлагаем читателю в данной книге.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

ЗЕМЛЯ – НАШ ДОМ В КОСМОСЕ

ЗЕМЛЯ

Земля образовалась из того вещества, которое было выброшено из Солнца? Поэтому имеет смысл начать историю Земли с самого начала — с момента образования Солнца. Солнце в его нынешнем виде образовалось 6—7 млрд. лет назад. Земля же образовалась примерно 4,6 млрд. лет назад. Звезда — Солнце — с самого начала была не такой, как сейчас. Каждая звезда рождается, живет и умирает. Наше современное Солнце — это определенный этап в развитии жизни звезд.

Каждая звезда образуется из газового облака, которое под действием собственной гравитации постепенно сжимается. По мере сжатия плотность вещества увеличивается. Когда она достигает определенной критической величины, то начинается дробление (фрагментация) единого облака. Каждая часть раздробленного облака сжимается — и из нее образуется звезда.

Основной характеристикой, от которой зависит дробление первоначального облака, является плотность вещества в облаке. Если радиус облака уменьшится в два раза, то плотность вещества увеличится в 8 раз. Первоначальное облако, из которого впоследствии образовалась наша Галактика, состояло из водорода. Когда оно распалось на отдельные части, то они при гравитационном сжатии стали превращаться в звезды. Образование звезд происходило следующим образом.

Облака-протозвезды сжимались под действием сил гравитации. На определенном этапе сжатия облака его плотность увеличивается настолько, что оно перестает выпускать наружу инфракрасное излучение вещества облака. Это приводит к очень быстрому росту температуры в центральных областях облака. Образуется большой перепад температуры между центральной частью протозвезды

и внешними слоями. Перепад давления вызывает процессы конвекции, которые стремятся выровнять температуру во всем облаке — протозвезде. В наружных слоях протозвезды температура достигает примерно 2500 °С. Протозвезда продолжает сжиматься, ее размеры уменьшаются. Температура в ее недрах продолжает увеличиваться. В какой-то момент она достигает десяти миллионов градусов. Тогда "включаются" термоядерные реакции с участием ядер водорода (протон — протонные реакции), и протозвезда перестает сжиматься. Это значит, что протозвезда превратилась в звезду.

Энергия звезды, благодаря которой поддерживаются высокие температуры в ее недрах, черпается из термоядерного синтеза. В этих термоядерных реакциях четыре протона путем разных преобразований соединяются так, что образуют ядро гелия (альфа-частицу, состоящую из двух протонов и двух нейтронов). При превращении одних частиц в другие часть их массы превращается в энергию. Поэтому можно оценить запасы атомной энергии звезды.

Дальнейшая эволюция звезды определяется, главным образом, ее массой. Чем больше масса звезды, тем больше энергия, которая может выделиться внутри звезды в процессе термоядерных реакций, тем больше горючего содержится внутри такой звезды. Казалось бы, что такая звезда должна жить (светиться) дольше. Но это не так. Чем массивнее звезда, тем больше она излучает энергии в космическое пространство. Если массу звезды увеличить в три раза, то ее расход энергии на излучение (светимость) увеличится в девять раз. Поэтому с увеличением массы звезды продолжительность ее жизни резко уменьшается. Так например, горючего для ядерного реактора внутри Солнца хватит еще на десятки миллиардов лет. Около пяти миллиардов лет это горючее уже расходуется. Но если масса звезды в 50 раз превышает массу Солнца, то ее горючего хватит всего на несколько миллионов лет!

Когда в процессе термоядерных реакций в ядре звезды израсходуется весь водород (он превращается в гелий), то термоядерные реакции превращения водорода в гелий начинают идти в слое вокруг ядра. Светимость звезды на этом этапе увеличивается. Звезда как будто разбухает. Но температура поверхностных слоев звезды уменьшается, поскольку размеры ее увеличились. Поэтому она начинает светиться не голубым, а красным цветом. Такую звезду называют красным гигантом. Дальше звезда эволюционизирует следующим образом. Поскольку в ядре не идут термоядерные реакции и не выделяется тепло, то она постепенно сжимается под действием сил гравитации. В результате сжатия ядра увеличивается его температура. Она достигает 100—150 млн. градусов. При столь высокой температуре гелий становится источником тепла: идут термоядерные реакции, в результате которых ядра гелия превращаются в ядра угле-

рода. Давление внутри ядра звезды увеличивается, поэтому сжатие прекращается. Светимость звезды на этом этапе увеличивается из-за выделения энергии из ядра. В результате увеличивается и поверхностная температура звезды.

Но когда-то кончается и гелий. Причем значительно быстрее, чем кончился водород. Когда это произойдет, то звезда теряет свои наружные слои. Они расширяются и отделяются от ядра звезды. Эти слои впоследствии наблюдаются как планетарная туманность. После этого момента события будут развиваться по одному из трех вариантов (сценариев). Какой из вариантов реализуется, это зависит только от массы звезды. Если масса звезды меньше 1,2 массы теперешнего Солнца, то вещество звезды под действием гравитационного сжатия уплотняется таким образом, что его плотность достигает 10 тысяч тонн в кубическом сантиметре. При такой огромной плотности атомы разрушаются. После этого сжатие звезды прекращается, так как ему начинает противодействовать сила упругости образованного очень плотного газа. Такая звезда (ее называют "мертвой") является белым карликом. Напомним, что до того, как звезда превратится в белого карлика, она на некоторое время становится красным гигантом. Затем белый карлик в течение нескольких миллиардов лет остывает и в конце концов превращается в черного карлика, то есть в тело, которое уже не излучает. Звезда умирает и перестает излучать. Специалисты часто ее называют "трупом". Во Вселенной имеется бесконечное количество кладбищ звезд, превратившихся в черных карликов. Эта судьба ждет и наше Солнце, которое когда-то было красным гигантом. Но оно сбросило лишнее вещество — из него образовались планеты нашей системы, в том числе и Земля. Что происходит со звездами, масса которых больше 1,2 массы Солнца, мы подробно описали в книге "Внеземные цивилизации" (ЭКИЗ, 1993). Здесь только скажем, что те из звезд, масса которых больше 1,2, но меньше 10 масс Солнца, в конце концов превращаются в нейтронные звезды. Это очень уникальные объекты. Плотность вещества такой звезды равна плотности вещества внутри атомного ядра! Получить такое вещество на Земле невозможно. Если же масса звезды превышает 10 масс Солнца, то она превращается в черную дыру, радиус которой равен всего 1—3 км. Так сильно ужимается (и уплотняется) вещество столь массивной и первоначально огромной звезды.

Но вернемся к Солнцу. Предшественник Солнца, красный гигант, сбросил с себя вещество, которое состояло в значительной мере из тяжелых химических элементов. Этот сброс происходит в виде взрыва. После того, как красный гигант сбрасывает свою шубу, он превращается в сверхновую звезду. Ученые слово "звезда" опускают и говорят просто "сверхновая". Таким образом, наше Солнце

после стадии красного гиганта превратилось в сверхновую звезду. Но при этом в околосолнечное пространство оно сбросило лишнее вещество, из которого и образовались планеты Солнечной системы. Это происходило так.

Спустя несколько сотен миллионов лет околосолнечное облако сброшенного Солнцем вещества стало постепенно остывать. При этом в нем стали появляться твердые частицы пыли. Все частицы облака находились в движении вокруг Солнца и постепенно стали двигаться в экваториальной плоскости Солнца, образуя своего рода диск. Это были струи твердых частиц и газов, занимающие пространство в форме диска и движущиеся вокруг Солнца. По законам движения происходила сортировка частиц по их величине и плотности: чем ближе к Солнцу, тем большую плотность приобретало вещество. Поэтому планеты земной группы, которые находятся ближе к Солнцу, чем остальные, образовались из более плотного вещества. Поэтому они и меньше по размерам. Это — Меркурий, Венера, Земля и Марс. Более далекие планеты образовались из летучих элементов и более легких газов, поэтому они и по размерам больше. Это — Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун и Плутон.

Примерно 5 млрд. лет назад "вырисовался" зародыш Земли. Но процесс ее формирования продолжался в течение примерно еще одного миллиарда лет. Только после этого Земля стала постепенно остывать и превратилась в холодное безжизненное скопление космического вещества. Но спустя сотни миллионов лет это остывшее вещество вновь стало разогреваться, но уже по другим причинам. Энергия для этого поступала от ударов космических тел, а также вследствие радиоактивного распада химических элементов. Расплавилось ли при этом земное вещество полностью или только частично, сказать трудно. Ясно одно, что жидкое (или частично жидкое) вещество Земли получило возможность под действием силы притяжения перераспределиться по плотности вещества, по его удельному весу. При этом самое плотное вещество, состоящее из тяжелых элементов и соединений, стремилось к центру Земли. Во внутреннем составе Земли преобладает железо (35%); за ним идет кислород (30%), далее следуют кремний (15%) и магний (12%). Вещество Земли содержит значительное количество радиоактивного вещества, при распаде которого выделяется тепло. Этого тепла достаточно для того, чтобы поднять температуру в самой середине Земли до 6000 °С. Под действием сил тяжести и тепла сформировалась и структура Земли: в ее сердцевине находится ядро, которое окружено мантией. Снаружи мантию покрывает земная кора.

Ядро Земли состоит из двух частей — внутренней и внешней. Внешняя граница земного ядра находится на глубине 2900 км. Ниже этой границы (то есть в ядре) плотность вещества увеличивается

скачком на 80%. Внешняя часть ядра является жидкой. Внутренняя часть ядра состоит из железоникелевого сплава и ведет себя как твердое тело. Давление в центре ядра, а значит и в центре Земли, достигает 3 млн. атмосфер. Температура там достигает 10 000 °С. Во внутренней части ядра сосредоточено только 1,7% всей массы Земли. Более массивной является внешняя часть ядра. Она содержит почти треть всей массы Земли. Но плотность вещества во внешней части ядра значительно меньше, чем во внутренней, поскольку оно разбавлено легкой серой. Ее там содержится до 14%.

Полагают, что сразу после образования Земли ее ядро было целиком расплавленным. Затем оно постепенно стало остывать, и на сегодняшний день расплавлена только его внешняя часть. Любопытно, что внешняя граница ядра не является идеальным шаром. Это слой со своеобразным рельефом, толщина которого в разных местах разная — от 150 до 350 км.

Ядро Земли окружено мантией. Она простирается от 30—50 до 2 900 км в глубину. Порода мантии содержит в себе 80% оливина $(Mg, Fe)_2[SiO_4]$ и 20% пироксена $(Mg, Fe)_2[Si_2O_6]$. Эту породу называют перидотитом. Она представляет собой зеленоватые минералы, силикаты магния и железа.

В мантии также высокая температура. Поэтому глубинные породы расплавляются и превращаются в магму. Эта магма по трещинам прорывается наверх в виде лавы. Собственно, Земля на 82% состоит из мантии. Она, естественно, неоднородна. Ученые делят ее на верхнюю и нижнюю. Но самым важным элементом, прослойкой мантии является слой в верхней мантии, в котором породы находятся в частично расплавленном состоянии. Расплав составляет всего 1—3%. Но этого достаточно, чтобы обеспечивать весьма своеобразную динамику всей вышележащей части Земли. Из-за слабого расплава вещества в этом слое он был назван "астеносферой" ("астенос" — слабый). Это слаборасплавленное вещество не является жидкостью, и течь оно не может. Но оно служит своего рода "смазкой", по которой перемещаются жесткие литосферные плиты, которые образуют верхнюю твердую оболочку Земли. Эта оболочка и называется "литосферой" (от греческого "литос" — камень).

Земная кора имеет разную толщину на материках и под океанами. Она толще всего там, где вздымаются могучие горные хребты. Океаническая кора тоньше континентальной. Состав их также различен. Океаническая кора состоит из двух слоев — базальтового и осадочного. Базальты — это темно-зеленая или даже черная силикатная порода, которая содержит кальций, натрий, магний и железо (а иногда и алюминий). Океаническая кора выделяется из самого верхнего слоя мантии, который под дном океана находится на глубине всего 10—50 км. Там, в верхнем слое мантии, порода

находится в расплавленном состоянии и оттуда по трещинам поступает наверх, где и застывает, образуя базальтовый слой океанической коры.

Земная кора на континентах образуется по-иному. Она состоит из нескольких слоев. Самый верхний ее слой сложен песчаниками, глинами и известняками; следующий слой (которого нет в океанической коре) образован гранитами и метаморфическими породами, которые изменились под влиянием высокой температуры и давления. Это и есть основной слой земной коры континентов. Кроме этого основного слоя в земной коре имеются осадочные породы— песчаники, глина, базальты. Базальты и подобные им породы составляют нижнюю часть континентальной коры. Континентальная кора образовалась давно, более 3 млрд. лет. Океаническая кора возникла по геологическим понятиям только что, всего 150—170 млн. лет.

Все вещество Земли находится в непрерывном движении. Так, любой участок литосферы постоянно перемещается по горизонтам. Конечно, мы этого не замечаем, поскольку перемещение составляет всего несколько десятков сантиметров в год. Но за геологические отрезки времени это перемещение достигает многих тысяч километров. Посмотрите на глобус или карту и мысленно или на рисунке сдвиньте Америку к Африке. Они очень хорошо стыкуются. Это проделал в середине XIX века Антонио Снидер. Он совместил берега Атлантического океана и получил один огромный континент. На эту мысль его натолкнуло не только сходство береговых линий Африки и Америки. В руках ученых оказались и другие данные, которые свидетельствовали о полном сходстве ископаемых растений каменноугольного периода палеозойской эры, которые были найдены в Европе и Северной Америке. Значит, ископаемые деревья росли в одном большом лесу, половина которого оказалась в далекой Америке, а другая половина осталась в Европе. Ученый поспешил поделиться своим открытием со всеми и в 1858 году издал книгу "Мироздание и его разоблаченные тайны". Но в эту ошеломляющую (и хорошо аргументированную) новость никто не поверил, и все забылось. И только в 1910—1912 гг. Альфред Вегенер снова поднял этот вопрос. Так появилась идея плавающих ("дрейфующих") материков, которая с тех пор и известна как "гипотеза Вегенера". Очередная несправедливость! Вегенер назвал единый континент, который затем распался на части, "единой Землей" ("Пангея"). Но почему и как материки дрейфуют, Вегенер и его современники не разгадали. Только к концу 60-х гг. нашего века вопрос стал постепенно проясняться. Суть дела оказалась в следующем.

Раньше считали, что твердая земная кора плавает на расплавленном веществе. Факты такое представление как будто подтверждали. Судите сами. Когда в прошлом веке измерили силу тяжести в

Гималаях, то установили, что под огромной массой Гималаев земная кора просела. При этом она погрузилась в слой с более плотным, вязким веществом. Масса вытесненного глубинного вещества, как и полагается по закону Архимеда, равна массе гор.

Другой пример. Во время оледенения в четвертичный период в Скандинавии земная кора прогнулась под тяжестью льда. Со временем лед растаял, и освободившаяся от груза земная кора начала восстанавливать свое прежнее положение. Она начала подниматься — сначала быстро, а затем все медленнее. Этот процесс продолжается и в наше время — земная кора в Скандинавии продолжает всплывать со скоростью один сантиметр в год.

Описанные факты достоверны, но трактовка их неправильная. Под земной корой находится не жидкое вещество, а твердое. И так на протяжении тысяч километров вглубь, вплоть до ядра Земли. Так почему и как плавает земная кора? Она не плавает, а только смещается благодаря слою смазки — астеносфере. Но астеносфера находится не непосредственно под земной корой. Над ней находится и часть мантии. Эту часть мантии и земной коры, то есть все то, что находится над астеносферой, назвали литосферой. Таким образом, плавает земная кора не сама по себе, а вместе с верхней частью мантии. Другими словами, плавает (скользит по слою смазки) литосфера. Толщина литосферы под континентами 150—300 км, а под океаном — от нескольких километров до 90 км. Таким образом, литосфера (в том числе и земная кора) плавает на астеносфере. Она при этом поднимается, опускается и скользит в горизонтальном направлении относительно нижней мантии и ядра Земли. Если бы вся литосфера представляла собой единую жесткую сферу, то скользить она не могла бы, тем более поднимаясь или опускаясь при этом. Но литосфера не есть единое целое. Она расколота на отдельные куски, части, которые называют плитами. Сейчас литосфера Земли состоит из семи больших плит и нескольких более мелких плит.

Литосферные плиты скользят в разных направлениях, наезжая при этом друг на друга. Упираясь друг в друга, они создают напряжения, которые заканчиваются землетрясениями. Если плиты не упираются друг в друга, а расходятся, то напряжение не возникает. Ясно, что во внутренних частях литосферных плит все стабильно, там землетрясений нет. Все землетрясения располагаются вдоль крупных расколов, то есть вдоль границ между плитами, где и создаются напряжения и в конце концов происходит смещение одной плиты относительно другой (рис. 1). В том случае, если плиты расходятся, то во время землетрясений на поверхности появляются глубокие расщелины, которые называют рифтами (от английского riff — трещина, щель). Такие границы удаляющихся друг от друга литос-

ферных плит проходят вдоль подводных срединно-океанических хребтов. Их называют расходящимися или дивергентными (от лат. divergere— обнаруживать расхождение). Там же, где происходит сближение, столкновение плит, вдоль границы между плитами образовались высокие горы, глубоководные желобы и островные дуги. Последние расположены главным образом вокруг Тихого океана. Такие границы между плитами называют сходящимися или конвергентными (от лат. convergere — приближаться, сходиться).

Литосферные плиты могут не только сходиться или расходиться, но и скользить друг относительно друга вдоль линии разлома. При таком смещении плит движение переносится от одной активной зоны к другой. Происходящие при этом землетрясения сопровождаются сдвигом пород параллельно разлому.

Литосферные плиты различаются и составом пород, из которых они состоят. Толщина их также различна. Под океаном литосфера намного тоньше, чем под континентами и под шельфами (обширными мелководьями). Имеются плиты целиком океанические — тонкие. Есть и комбинированные, состоящие из континентальной и океанической частей. Толстые литосферные плиты менее подвижны, что естественно. Океанические плиты наиболее подвижны.

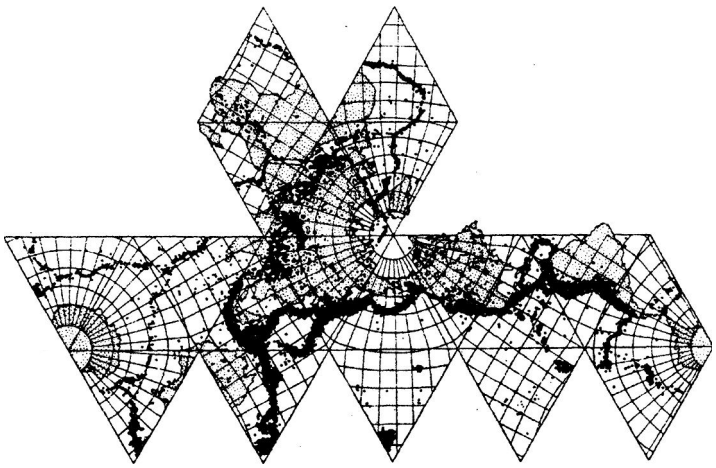

Рис. 1. *Эпицентры землетрясений мира, происшедших в 1963—1974 гг.*

Что заставляет плиты двигаться? Вещество мантии, которое находится под плитами, совершает круговое (конвективное) движение. При этом движении в одних местах, где сходятся кольца

конвекции, вещество движется вверх, а в других — вниз. Там, где оно движется вверх и образует восходящий поток, и литосфера испытывает давление снизу. Она приподнимается и раздвигается в стороны. Происходит раскол литосферы (под океаном она тонкая) с одновременным ее подъемом вдоль линии раскола. Так образуются срединно-океанические хребты с расщелинами — рифтами. В этих местах по трещинам изливаются базальтовые лавы. Магма, заполнившая трещину, в конце концов застывает. Так образуется кристаллическая горная порода. Это показано на рис. 2. Таким образом, с одной стороны, две половины срединно-океанического хребта расходятся в стороны со скоростью от нескольких миллиметров до 18 см в год. С другой стороны, образующаяся при этом щель (которая непрерывно растет) заполняется веществом, которое выходит из глубины. Так в этом месте раскола образуется новая океаническая кора. В результате океаническое дно как будто растягивается, расширяется. Специалисты этот процесс назвали английским словом спрединг (развертывание, расстилание).

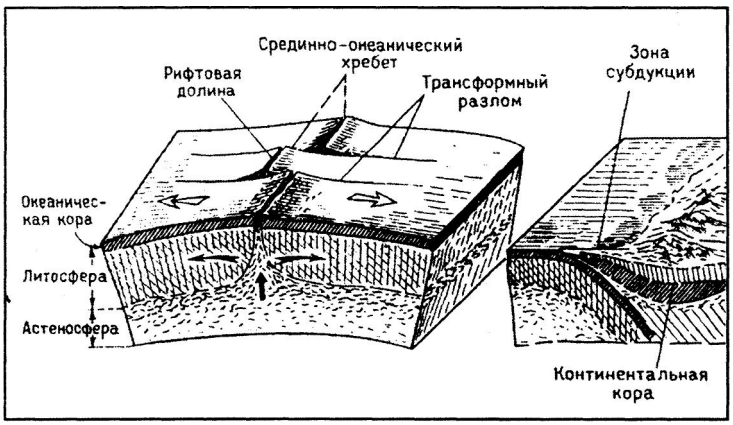

Рис. 2. *Общая схема движения литосферных плит, лежащая в основе концепции "тектоники плит"*

Но литосфера не может только разрастаться. Это было бы возможным, если бы увеличивались размеры Земли. А "если в одном месте прибудет, то в другом месте убудет"? Другими словами, должны существовать места, где литосфера сокращается. Это может происходить разными способами. Часть литосферы может поглощаться (утопать в жидком веществе мантии), сокращаться за счет смятия в складки или надвигаться одним участком на другой. Легко сообразить, что это происходит в тех местах, где движение ман-

тийного вещества на стыке двух конвективных ячеек направлено вниз. В этих местах океаническая литосфера пододвигается под встречную плиту. Далее она потоками вещества мантии затягивается на глубину, где при высоких давлениях вещество плиты существенно уплотняется. Став тяжелее, этот кусок литосферы сам тонет в вязкой астеносфере. Он опускается на поверхность нижней мантии. Таким путем литосфера может затянуться очень глубоко. Например, под Камчаткой она упала на глубину более 1000 км, где она и затерялась. Ясно, что в таких местах на дне океана образуются глубоководные желоба, глубина которых может достигать 10 км. Так, самый глубокий такой желоб — Марианский в Тихом океане — достигает глубины 11 км. В таком желобе имеется прямой доступ к жидкому веществу мантии. Поэтому рядом с желобом обычно цепочкой выстраиваются действующие вулканы. Примером тому могут служить вулканы Курильской островной дуги и Камчатки. Они располагаются рядом с Курило-Камчатским желобом. Вулканы образуются над тем местом, где литосфера, которая наклонно уходит на глубину, начинает плавиться при высоком давлении и температуре. Погружение литосферы происходит со скоростью от 1 до 12 см в год.

Таким образом, вырисовывается такая картина. Литосферные плиты расходятся вдоль срединно-океанических хребтов и движутся к глубоководным желобам, где они уходят на глубину и там поглощаются. Но на плитах находятся континенты. Они вынуждены дрейфовать вместе с плитами. Если при этом сталкиваются два континента, то происходит нагромождение таких гор, как Альпы, Гималаи, Памир.

Таким образом, океаническая литосфера рождается в зонах расхождения. Континентальная литосфера наращивается по толщине в зонах столкновения. В тех и других зонах располагается большинство подводных и наземных вулканов. В этих местах поднимаются горячие растворы, которые несут с собой металлы. Поэтому здесь образуются рудные месторождения.

Очень важен кругооборот вещества в результате описанных процессов. Он состоит в том, что океаническая кора погружается и возвращается в мантию, она уносит туда с собой морские отложения, которые накопились на дне. В них содержатся и горные породы органического происхождения. Так в мантию Земли попадают не только элементы воздуха и воды, но и животные и растения оказывают влияние на ее состав до глубин в сотни и даже тысячи километров. Положение тех и других зон не является неизменным. Но неизменно движется, циркулирует, конвектирует вещество Земли. В расщелинах на дне океана изливается не только базальтовая лава. Здесь имеется множество горячих источников минерализован-

ной воды. Вода богата медью, цинком, марганцем. Температура воды достигает 330 °С. Это так называемые гидротермы. Соединения химических элементов из раствора источников образуют на дне наросты, столбы и трубы. Высота их достигает 27 м. По этим трубам продолжает подниматься горячий раствор. При этом труба как будто дымится, поскольку на выходе из нее из раствора выделяются мелкие частицы минералов. Поэтому эти трубы назвали черными курильщиками (рис. 3). Вокруг них образуются отложения, которые богаты металлами. Там же образуются и железомарганцевые шары—конкреции. Вокруг них кипит подводная жизнь. Здесь имеются не только бактерии и черви, но и моллюски и даже крабы. Любопытно, что с течением времени в описанных выше процессах земная кора утолщается. Это происходит потому, что когда образовавшаяся земная кора начинает отодвигаться от линии разлома, то под ней застывает и содержимое магматического очага. Так в нижней части океанической коры образуются горные кристаллические породы. В результате толщина коры может достигать 7 км. На подошву коры снизу нарастают самые тугоплавкие минералы астеносферы, которые остались после выделения базальтовой массы. Поэтому чем древнее океаническая кора, тем больше тяжелых (богатых железом) пород мантии успевают нарасти к ней снизу. В тех местах, где дно океана формировалось еще в юрский период, толщина дна достигает 70—80 км. Это в 10 раз больше толщины земной коры.

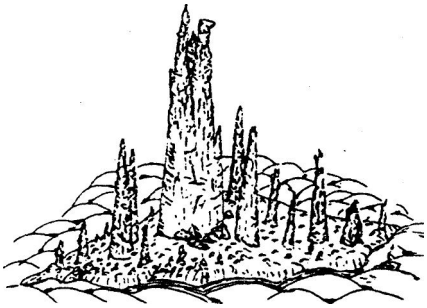

Рис. 3. *Группа черных курильщиков, получившая название "венский лес". Зарисовка сделана русским океанологом Ю. А. Богдановым*

Поскольку прилипают тяжелые породы, то со временем средняя плотность литосферы растет. Это значит, что становясь тяжелее, литосфера все больше и больше утопает в вязкой астеносфере. Раз дно океана опускается, то глубина океана увеличивается. По глубине океана можно рассчитать время образования его дна. Ясно, что чем дальше от срединно-океанического хребта, тем дно древ-

нее. Но базальтовая кора нарастает и сверху. На ней отлагаются морские осадки. Их толщина в самых древних частях океана может достигать 1 км. У окраин континентов она во много раз больше.

Таким образом, со временем океаническая литосфера становится толще и тяжелее. Такая тяжелая плита при столкновении с другой плитой (более легкой) пододвигается под нее и исчезает в глубине. Поэтому неудивительно, что чем древнее дно океана, тем меньше его сохранилось. Здесь также действует закон старения и смерти. Поскольку вся литосфера (и океаническая также) находится в непрерывном движении, то через какое-то время океаническая литосфера доберется до берегов океана. Это время составляет не более 180 млн. лет. Его легко рассчитать, если известна скорость движения и расстояние. Поэтому океаническая литосфера возраста, превышающего 180 миллионов лет (это юрский период), вся погибла, утонула в астеносфере. От нее остались только отдельные куски, клинья, которые оказались включенными в складчатые горные пояса на краях континентов. Таким образом, все дно океана очень молодо. Его возраст 180 млн. лет и менее. По сравнению с возрастом Земли (4,6 млрд. лет) это очень мало. Поэтому основная информация о геологических процессах хранится главным образом в континентальной земной коре.

Рассмотрим подробнее, что происходит, когда сталкиваются литосферные плиты. В том случае, когда сходятся океаническая и континентальная плиты, более тяжелая океаническая плита непременно уходит под континентальную. Если встречаются две океанические плиты, то вниз уходит более тяжелая, а это значит более древняя. Океаническая литосфера начинает погружаться в глубоководном желобе. В начале этого погружения литосферная плита уходит вниз полого. Но по мере погружения породы уплотняются под действием высокого давления. Становясь тяжелее, плита начинает быстро тонуть в астеносфере. При этом она перегибается и уходит вниз под крутым углом (почти вертикально). Когда она оказывается в более плотной мантии, то ее стремительное погружение замедляется и она постепенно переходит в режим горизонтального движения.

Уход в глубины астеносферы литосферной плиты сопровождается серией землетрясений. Первые очаги землетрясений появляются в океане под склоном желоба. В этом месте плита перегибается перед тем, как она уйдет в мантию. На внешней стороне изгиба плита растягивается и трескается. Но самое большое число землетрясений происходит там, где океаническая литосфера упирается в другую плиту. При этом океаническая плита уходит вниз под встречную плиту. На границе плит происходят землетрясения. В направлении пододвигания океанической плиты под встречную происходит

скол пород. В тех местах, где океаническая плита уходит на глубину более 100 км, землетрясений становится меньше. При этом очаги землетрясений располагаются внутри опускающейся плиты. Причиной этого служит нагревание, а значит, и расширение горных пород. Опускаясь еще ниже, в область высокого давления, они сжимаются. В этих условиях минералы, из которых состоит порода, переходят в другое состояние — с более плотной структурой, при которой атомы упакованы более плотно. Постепенно погружающаяся плита становится неспособной вызывать землетрясения, поскольку она сильно разогревается и уже не может расколоться. Это происходит на разных глубинах — от нескольких десятков километров до 700 км. Описанный выше процесс позволяет правильно разобраться в порядке возникновения землетрясений.

Наклонные зоны, которые глубоко проникают в мантию Земли, связаны не только с землетрясениями. Над ними рядом с глубоководными желобами располагаются цепи действующих вулканов. Такие цепи вулканов простираются на многие тысячи километров вокруг Тихого океана. Они образуют "огненное кольцо". Происхождение этих вулканов таково. Когда океаническая плита погружается и попадает в область высокого давления и высокой температуры, то на глубинах 100—200 км из нее выделяются так называемые флюиды и определенное количество расплавленного вещества. Эти вещества направляются вверх. У нижней границы земной коры, а также внутри нее образуются очаги магмы. Эта магма и прорывается к земной поверхности в виде вулканической лавы. Такова физическая природа практически всех вулканов на островных дугах Земли. Такая же природа и вулканов на краю Южно-Американского континента, а также в цепях вулканов Анд, которые простираются на тысячи километров.

Возникновение вулкана происходит в строго определенное время — когда плита окажется на некоторой определенной глубине. Правило таково: чем круче наклонена зона пододвигания одной плиты под другую, тем ближе к желобу располагается цепь вулканов.

Может произойти и столкновение континентов, когда сходятся литосферные плиты. Специалисты это явление называют коллизией. Это особый случай, при котором ни одна из плит не заталкивается внутрь, в мантию. Этому мешает легкая гранитная облицовка континентальных литосферных плит. Поэтому происходит отслаивание пород огромными пластинами. Этот "материал" нагромождается у поверхности в виде горных сооружений. Так произошло образование Гималаев и Тибетского нагорья. Это произошло в ходе столкновения Индостана с южным краем Евразийского континента. Это столкновение продолжается до сих пор, хотя оно началось 45—50 млн. лет назад. При этом легкие породы верхов конти-

нентальной литосферы скучиваются близ поверхности земли. При этом вся остальная тяжелая часть литосферы круто погружается в астеносферу. Горы Большого Кавказа также образовались в результате столкновения двух континентальных литосферных плит. Примерно 10—11 млн. лет назад единый Африкано-Аравийский континент раскололся вдоль огромной трещины — рифта. С этого момента Аравия стала удаляться от Африки, направляясь на север. При этом движении она еще вращается против часовой стрелки. Так мощная Аравийская литосферная плита сдавливала более мягкие и податливые толщи пород, которые накопились в бывшем океане Тетис, а также в его окраинных морях. Эти сжатые породы и образовали ряд горных хребтов разной высоты и очень сложного внутреннего строения. При сжатии различные породы не только сжимаются в складки, но и наползают друг на друга. Так образуются тектонические покровы.

У северной окраины грандиозного Кавказского горного пояса (в Предкавказье) располагаются равнинные участки. Они принадлежат прочной Скифской плите. Южнее находятся вытянутые вдоль широты (с запада на восток) горы Большого Кавказа. Их высота достигает 5 км. Здесь же располагаются узкие впадины Закавказья. Рядом располагаются горные цепи Малого Кавказа (в Грузии, Армении, Восточной Турции и Западном Иране). Южнее от них находятся равнины Аравии. Они принадлежат Аравийской литосферной плите. Кавказские горы образовались в тисках двух прочных плит — Аравийской и Скифской. Самые высокие горы образовались там, где Аравийская плита твердым клином сильно сдавила податливые отложения. Восточнее и западнее этого места горы значительно ниже.

Образованный таким путем горный пояс находится под огромным давлением. Поэтому он расколот протяженными диагональными разломами. Это сдвиги, вдоль которых отдельные части горного пояса скользят друг по другу. Эти смещения и являются причиной сильнейших землетрясений. Последние из них произошли в Армении (1988 г.) и в Турции (1991 г.). Под горы Кавказа с юга пододвигается монолитная и прочная Закавказская литосферная плита. Поэтому южный склон Большого Кавказа узкий и очень крутой, а северный — широкий и пологий. На южном склоне отложения смяты в очень сложные складки. Они опрокинутые и надвинутые и как будто наползающие друг на друга и на массив. В результате пододвигания южной Закавказской плиты горы Большого Кавказа асимметричны. Их главный хребет располагается ближе к югу.

В результате столкновения континентальных литосферных плит образовались и высочайшие горы Европы — Альпы. Здесь "работали" две плиты — Адриатическая и Средне-Европейская. Они не только столкнулись, но и надвинулись друг на друга. Так же обра-

зовались и Карпаты. Величайший горный узел Памира, Каракорума, Гиндукуша, Гималаев и Тибетского плато возник в результате столкновения Индостанской плиты с Евразийской. Этот процесс начался 10—15 млн. лет назад и продолжается и сейчас. Индостанская литосферная плита и сейчас перемещается в северном направлении, оказывая огромное давление на горные породы.

Кордильеры Северной Америки и Анды Южной Америки образовались при столкновении океанической и континентальной плит. Мы уже говорили, что вначале мезозойской эры все материки составляли единый суперматерик — Пангею. Со временем начался распад Пангеи на отдельные крупные литосферные плиты. Так возник Атлантический океан. Он расширялся в обе стороны от протяженного срединно-океанического хребта. Такая же зона расширения имеется и на востоке Тихого океана. От нее материал океанической коры движется в обе стороны. Континенты Северной и Южной Америки с прилегающими участками дна Атлантического океана смещаются на запад, навстречу Тихоокеанской плите. Океаническая плита, как более тяжелая, пододвигается под континентальную. Это и привело к образованию гор, которые представляют собой не что иное, как нагромождение друг на друга горных пород. В результате в земной коре образуются складки, а по западной окраине Северной и Южной Америки растут горы.

Любопытно происхождение цепочек давно остывших вулканов, которые простираются на тысячи километров. Каждая такая цепочка (гряда) выстроена строго закономерно: чем дальше от начальной точки гряды, тем моложе вулкан. Такое впечатление, что некто "поджигал" эти вулканы в строгой последовательности. Как будто он двигался вдоль гряды с факелом и зажигал вулканы один за другим. Ученые показали, что так оно и было. Только этот "некто" двигался не рядом с вулканами, а под ними — под литосферой, в мантии. Этим "некто" была мантийная струя. Она и двигалась от одного места к следующему, и так создавалась длинная гряда вулканов. Новый вулкан зажигался тогда, когда предшествующие уже успели потухнуть. Уточним только, что двигалась не мантийная струя под литосферой и земной корой, а литосфера двигалась над струей. К тому же мантийная струя работала не всегда достаточно интенсивно. Так и образовались длинные цепи мертвых вулканов. Добавим только, что место выхода на поверхность Земли мантийной струи называют "горячей точкой". Кстати, зная возраст давно потухших вулканов и расстояние между ними, можно определить скорость движения мантийной струи, а точнее скорость смещения литосферной плиты по отношению к глубоким недрам Земли. Конечно, точность такого определения скорости невелика, но других возможностей пока что нет. А скорости смещения литосфер-

ных плит, определенные этим методом, очень правдоподобны. Так, по гряде вулканов Гавайского хребта получена скорость движения литосферной плиты, равная 10 см в год. По различным цепочкам мертвых вулканов специалисты прослеживают смешение литосферных плит за десятки миллионов лет. Особенно важно иметь информацию о движении разных литосферных плит в одно и то же время. Этот метод позволяет получить такую информацию. Определяют не только величину скорости, но и ее направление. Специалисты при этом наткнулись на моменты в геологической истории Земли, когда направление скорости смещения литосферных плит резко менялось. Такие явления (переломные моменты) наступали одновременно для разных плит. То есть происходили некие процессы глобального характера.

Анализ скоростей смещения литосферных плит показал, что плиты более охотно движутся на запад. Если вспомнить, что Земля вращается с запада на восток, то это станет понятным. В сущности, происходит небольшое общее проворачивание на запад всей литосферы Земли относительно нижней мантии и ядра. Почему же происходит отставание литосферы при вращении Земли вокруг своей оси (отставание относительно более глубоких оболочек)? Дело в том, что сила притяжения Луны вызывает приливные волны в атмосфере, гидросфере и литосфере. Конечно, эти волны в литосфере (земной коре) значительно слабее, нежели в океанах и в атмосфере. Но тем не менее, хотя они и явным образом незаметны, они отражаются на движениях литосферных плит. Когда приливная волна образуется в литосфере, то литосфера сопротивляется изгибу. Именно это порождает силы приливного торможения. Именно под действием этих сил при вращении Земли вокруг собственной оси литосфера несколько отстает от вращения более глубоких слоев Земли. Это замедление во вращении земной коры и всей литосферы проявляется и в дрейфе зон расхождения (спрединга). Зоны пододвигания литосферных плит (зоны субдукции) также дрейфуют на запад, хотя и с другими скоростями. Таким образом, те и другие зоны совершают сложные движения: на их расхождения и пододвигания накладывается западный дрейф. Если литосферная плита одним своим концом глубоко уходит вниз, в мантию, и оказывается в наклонном положении, то она оказывается достаточно хорошо застабилизированной. Она как будто находится на мантийном якоре. На движении такой плиты меньше сказывается западный дрейф, она “старается” прокручиваться вместе с нижележащей мантией. Примером таких устойчивых зон служат зоны субдукции (пододвигания) на западе Тихого океана (под островными дугами и желобами на востоке Азии и Австралии), которые круто уходят вниз. Поэтому они глубоко “заякорены” в мантии.

Западный дрейф литосферы можно наблюдать воочию. Вернее, не сам дрейф, а его последствия. Одно из таких последствий — асимметрия Тихого океана. Он с одной стороны обрамляется гирляндами островных дуг, а с другой — берегами континентов.

В результате западного дрейфа произошло и надвигание Северной Америки на Восточно-Тихоокеанское поднятие. Именно это оказало сильное влияние на горообразование и вулканизм в Кордильерах.

В заключение скажем несколько слов о последствиях смещения литосферных плит. Если океаническая плита подползает под континентальную, то это может означать конец континента. Под японские острова с востока, со стороны Тихого океана подползают две океанические литосферные плиты. Обе они находятся очень близко к островам. Это навело на мысль создателей фильма "Гибель Японии" проиллюстрировать то, что неизбежно когда-то произойдет. К счастью, плиты смещаются со скоростью 10 см в год. Поэтому это произойдет через многие миллионы лет. Но произойдет.

СОЛНЦЕ

Космос бесконечен. Но тот космос, о котором чаще всего мы говорим, — это околосолнечное пространство. Ученые его называют гелиосферой ("гелио" — Солнце). Это пространство принадлежит Солнцу потому, что оно его заполняет своей плазмой — потоками заряженных и нейтральных частиц. Собственно, это корона Солнца. Мы — дети Солнца и живем в короне Солнца. Все в нашей жизни зависит от Солнца.

Но Солнце является не только источником жизни, но и источником смерти. Собственно, жизнь в околосолнечном пространстве (гелиосфере) возможна только там, где магнитное поле защищает живые существа от солнечной радиации. Земля имеет магнитное поле, магнитную защиту, поэтому на ней и возникла жизнь. Луна магнитного поля не имеет и там нет жизни.

Магнитное поле защищает от одного вида солнечной радиации — заряженных частиц. Их движение направляется магнитным полем. Но имеется и другая солнечная радиация, губительная для жизни, — ультрафиолетовые и рентгеновские лучи. От них нас защищает атмосфера, в частности озонный слой. Разрушая его, мы подставляем себя под эту радиацию. А это причина раковых заболеваний, катаракт и многого другого. Таким образом, жизнь на Зем-

ле, в нашем земном доме, возможна потому, что он устроен по-особому, и, конечно, потому, что есть Солнце. Рассмотрим это подробнее.

Биологическая жизнь на Земле возникла примерно 0,5 млрд. лет назад. Это стало возможным прежде всего благодаря солнечному излучению. За все это время энергия излучения Солнца изменялась незначительно, не более чем в два раза. Если бы эти изменения были более существенными, они отразились бы на земных процессах настолько сильно, что последствия мы обнаружили бы даже в наше время по ископаемым остаткам.

Человек не мог не оценить роль Солнца в его жизни. Он поклонялся Солнцу, понимая, что от него зависит не только его благополучие, но и сама жизнь. И, конечно, он с тревогой ждал нового появления Солнца после его заката. Но древнего человека успокаивала мысль, что Солнце непременно появится снова, что в свое время Солнце поймали в ловушку и заставили исправно исполнять свои обязанности на небе. Так, в многочисленных легендах первобытных народов говорится о том, что до этого Солнце двигалось на небе произвольно.

Особенно тревожило исчезновение Солнца, которое, как мы понимаем, могло происходить во время солнечных затмений, плохой погоды или появления облаков пыли и вулканического пепла. Не понимая истинных причин исчезновения Солнца, наши предки связывали его с разными мотивами. В одних легендах Солнце похищают и заточают в тюрьму, в других — Солнце само исчезает умышленно, чтобы наказать людей за зло, которое они творят на Земле. В египетских легендах ночной путь Солнца представлялся очень драматичным — оно должно каждую ночь проплывать через пещеры внутри Земли, сражаясь с демонами и дикими чудовищами, которые каждый раз пытаются его задержать.

Люди, жившие вблизи полярного круга или за ним (например, эскимосы), наблюдали Солнце или в течение целых суток, или большую их часть. Это было в полярный день. В полярную ночь Солнце надолго скрывалось от них. Они считали, что Солнце в полярный день просто плавает вокруг северного горизонта, и даже тогда, когда его не видно, находится не очень далеко. Об этом говорили северные сияния, которые, по мнению эскимосов, представляли собой отражение солнечных лучей.

Но Солнцу не только поклонялись, за ним наблюдали, пытались понять законы, которым оно подчиняется. Так, древние вавилоняне и халдеи производили многочисленные наблюдения, определяли положение звезд, движение Солнца и планет. Уже с 747 г. до н. э. они составляли таблицы лунных и солнечных затмений. Возможно, они даже могли предсказывать время наступления затмений.

Позднее древние греки пошли значительно дальше, около 434 г. до н. э. Анаксагор высказал мысль, что Солнце представляет собой массу раскаленного камня. За это он был изгнан из Афин. Фалес Милетский предсказал солнечное затмение еще в VI в. до н. э. Он знал, что Луна имеет шарообразную форму, а лунный свет не что иное, как отраженный солнечный свет. Продолжатель Фалеса Пифагор и его ученики разработали модель Солнечной системы, в которой Земля и другие планеты двигались вокруг некоторого центрального тела, которое, правда, отождествлялось не с Солнцем (как это есть на самом деле), а с неким "центральным огнем", который остается невидимым. Но уже в III в. до н. э. Аристарх четко сформулировал, что все планеты, в том числе и Земля, движутся именно вокруг Солнца. Поразительно, что эта истина была повторно возвращена людям Коперником в 1543 г. Аристарх решил также вопрос, почему день сменяется ночью. Он понял, что это происходит вследствие вращения шарообразной Земли вокруг своей оси. Но отцом современной астрономии считают не Аристарха, а Гиппарха, жившего во II в. до н. э. Он измерил (естественно, приближенно) диаметр земного шара, расстояние до Луны и ее объем. Гиппарх объяснил истинную причину солнечных затмений. Он разработал метод определения расстояния до Солнца. Метод сам по себе был правильным, но достижимая точность измерений в то время была недостаточной, чтобы получить правильные величины. Расстояние от Земли до Солнца, определенное Гиппархом, оставалось без изменений вплоть до 1620 г. Последующие изменения этой величины были фактически произвольными. Так, Кеплер в 1620 г. увеличил данные Гиппархом величины размеров Солнца и расстояния от Земли до Солнца в три раза. Никаких явных оснований для этого не было. После этого эти величины увеличивались столь же произвольно еще несколько раз. И только в 1672 г. астроном Кассини установил минимальное расстояние от Земли до Солнца. Эта величина была правильной. Она отличается от современной всего на 10%. Это было подтверждено наблюдениями за Венерой, когда она проходила по диску Солнца. Смысл этих наблюдений состоит в следующем.

Речь идет именно о Венере не случайно. Наблюдениями было установлено, что угол между лучом зрения на Солнце и на Венеру не превышает 45°. Из равнобедренного треугольника Земля — Венера — Солнце можно без труда установить, что его боковая сторона (то есть расстояние Земля — Венера или Венера — Солнце) равна 0,7 расстояния от Земли до Солнца. Значит, если измерить расстояние от Земли до Венеры, то можно определить и расстояние от Земли до Солнца. Расстояние от Земли до Венеры можно определить так. Когда Венера находится точно между Землей и Солнцем, то мы ее "видим" на диске Солнца. В этом случае определить расстояние до

Венеры можно точно так же, как определяют расстояние до объекта, находящегося на земле за каким-то непреодолимым препятствием (озером, рекой). Для этого из двух пунктов проводят измерения углов между лучом зрения на объект и линией, соединяющей точки наблюдения. Зная три элемента треугольника (основание и два прилегающих к нему угла), можно определить все другие его элементы, а значит, и истинное расстояние до объекта. Значит, чтобы определить расстояние до Венеры, надо вести наблюдения за ней из двух по возможности сильно удаленных пунктов. Чем больше эта удаленность, тем выше точность в измерении расстояния.

Зная точно одно расстояние (например, от Земли до Венеры), можно определить все остальные размеры Солнечной системы. Дело в том, что наблюдение углов позволяет составить точную схему системы. Остается только установить ее масштаб. А для этого достаточно знать точно одно расстояние. Удобное положение Венера занимает не часто. Это имело место в последнее время в 1874 и 1882 гг., и в ближайшем будущем это снова произойдет 8 июня 2004 г. и 6 июня 2012 г. Но в принципе, кроме Венеры, можно использовать и положение других планет, например Марса или астероида Эроса.

Почему Солнце светит?

Мы видим светящийся диск Солнца. Почему он светится? Тот свет, который мы видим, зарождается в центральной части Солнца, которую называют ядром. Там идут ядерные реакции, в которых ядра водорода преобразуются в ядра гелия. При этом излучаются кванты с очень высокой энергией. Такое излучение называют гамма-излучением.

Это гамма-излучение из ядра Солнца пробирается к его поверхности очень медленно. На своем пути оно встречает атомы, которые его поглощают. Но эти атомы тут же вновь излучают кванты. Но энергия их меньше энергии поглощенных квантов. Так на пути к поверхности Солнца кванты света многократно поглощаются и вновь переизлучаются. Поэтому они постепенно теряют свою энергию. Это значит, что частота излучения за время его выхода из ядра Солнца на его поверхность уменьшается. Когда излучение выходит наружу, оно становится видимым. Его мы и воспринимаем как Солнце.

Наблюдая с Земли Солнце, мы не видим, что видимый свет исходит не из поверхности, а из слоя определенной толщины. Этот слой называют фотосферой, то есть сферой света. Толщина фотосферы около 300 км.

Энергия из солнечного ядра к его поверхности переносится не только излучением. Имеется и другой способ передачи энергии от

очень сильно нагретого слоя в недрах Солнца (несколько миллионов градусов) к относительно холодной его внешней части (всего 6000 градусов). Один из маститых ученых-специалистов по Солнцу сказал, что в данном случае происходит то же, что и в накаленной сковородке с овсяной кашей. Говоря проще, происходит кипение. В сущности, происходит перемешивание, благодаря которому тепло переносится от более горячих областей к менее горячим. Ученые такое перемешивание называют конвекцией.

Под видимой поверхностью Солнца находится слой солнечного газа, который кипит. Эту зону называют зоной конвекции, перемешивания солнечного вещества. Собственно, это перемешивание можно частично наблюдать с помощью телескопов. Когда горячие струи солнечного газа поднимаются к солнечной поверхности, их верхушки видны как более яркие участки фотосферы. Они горячее, поэтому и ярче. Те газы, которые успели охладиться, более темные. Они опускаются вниз. Яркие области в фотосфере имеют размеры около 700 км. Их называют гранулами. Гранулы прямо на глазах возникают и в течение нескольких минут исчезают.

Солнце не ограничивается тем ярким диском, который мы видим. Во время солнечных затмений, когда свет солнечного диска не режет нам глаза, можно видеть свечение за пределами диска. Это говорит о том, что Солнце имеет свою атмосферу.

Самую нижнюю часть солнечной атмосферы назвали хромосферой, то есть окрашенной сферой. Причиной этого послужила красно-оранжевая окраска газа. Здесь преобладает водород, а он светится красным светом. Плотность газа здесь очень малая, в сотни раз меньше плотности воздуха вблизи поверхности Земли.

Красно-оранжевый цвет хромосферы придает ей очень экзотический вид. Если наблюдать хромосферу в телескоп, то можно увидеть картину, которую сравнивают с горящей прерией. Языки красного пламени то и дело взметаются над поверхностью. Чем выше в атмосфере, тем солнечный газ более подвижен.

Выше хромосферы находится корона Солнца. Она непостоянна. Плотность вещества в короне очень малая — в миллиарды раз меньше плотности воздуха вблизи Земли. Температура газа в короне достигает миллиона градусов.

Солнечные пятна

Поскольку фотосферу Солнца, то есть его видимую поверхность, человек мог наблюдать с Земли с самого начала своего существования, и без всяких приборов и инструментов, то неудивительно, что самые ранние сведения о Солнце — это сведения о

фотосфере. На Солнце человек заметил пятна. Описания пятен на Солнце содержатся в древних китайских летописях, арабских и армянских хрониках, в русских летописях. Так, в Никоновской летописи за 1371—1372 гг. читаем: "...бысть знамение на Солнце, места черные на Солнце, аки гвозди... Сухомень бысть велика, и зной и жар много, яко устрашились и вострепетали людем, реки много пересохше, и озера и болота, леса и боры горяху, и земля горяше. И бысть страх и трепет на всех чеповецах, и бысть тогда дорогонь велика и глад великий по всей земле..." Теперь мы знаем на основании научных данных, что в это время был наиболее интенсивный период в активности Солнца за все время с 684 г. до н. э. и до наших дней. Но мы еще должны разобраться в том, что такое солнечная активность.

Солнечные пятна наблюдались далеко не всегда. Поэтому об этих редких событиях и записывали в хрониках и летописях. Правда, не только поэтому, а и потому, что эти периоды представлялись зловещими, они как будто предвещали большие беды, как это мы читаем в Никоновской летописи. Ясно, что без телескопов, невооруженным глазом люди могли наблюдать только выдающиеся образования на Солнце. Пятна меньших размеров оставались незамеченными.

Положение в корне изменилось с появлением первого телескопа (подзорной трубы). Наблюдения солнечных пятен в телескопы началось в начале XVII в. Их проводили практически одновременно итальянец Галилео Галилей, голландец Иоганн Фабрициус и немецкий профессор-иезуит Христофор Шейнер. Уже в 1611 г. появилась отдельная книга о солнечных пятнах. Ее написал Иоганн Фабрициус. В этой книге сообщались очень важные факты. Оказалось, что пятно со временем смещается на видимом диске Солнца, оно постепенно сдвигается к западному краю диска и затем исчезает за ним. Через определенное время (примерно две недели) то же самое пятно появится снова, но на противоположном, восточном, краю диска. Значит, мы видим то же самое пятно Солнца потому, что само Солнце вращается. Так еще в начале XVII в. было установлено, что Солнце вращается вокруг своей оси.

Шейнер открыл солнечные пятна в 1611 г., а Галилей — годом раньше. Но первым опубликовал свое открытие Фабрициус. Между учеными развернулся спор о природе солнечных пятен. Галилей и Фабрициус считали, что пятна представляет собой образования на самом Солнце. Шейнер отстаивал точку зрения, согласно которой пятно не что иное, как проекция планеты на солнечный диск. Некоторые современные исследователи считают, что точка зрения Шейнера определялась его должностью профессора-иезуита. Так ли это?

Разгадать природу солнечных пятен не удалось ни одному из трех ученых. Предстояло еще многие узнать о них путем многолетних наблюдений, прежде чем природа солнечных пятен стала проясняться. Шейнер проводил наблюдения солнечных пятен вплоть до 1627 г. и результаты своих наблюдений описал в объемном труде. Примерно в это же время (1626 г.) включился в эту работу добровольно и самоотверженно скромный немецкий аптекарь Генрих Швабе. По современной терминологии, наблюдение за Солнцем было хобби Швабе. Ученые называют таких энтузиастов астрономами-любителями. Астрономия очень многим обязана им. Они на свои средства и без всякого за то вознаграждения дали науке очень много полезных (порой незаменимых) наблюдательных данных. Незаменимых потому, что велись эти наблюдения с поразительной настойчивостью и постоянством. Так, начиная с 1726 г. и до своей кончины Генрих Швабе независимо от своего самочувствия направлял свой телескоп на Солнце и вел в журналах детальные записи обо всем увиденном на солнечном диске.

Только после 17 лет наблюдений Г. Швабе решил опубликовать свои результаты. Они состояли в том, что количество пятен на Солнце меняется во времени. Мало того, оно меняется периодически. Так, примерно каждые 10 лет число солнечных пятен достигает максимальной величины, после чего в течение примерно пяти лет постепенно уменьшается, достигая самой малой величины. После этого минимума число пятен снова увеличивается (также на протяжении пяти лет) и достигает своего максимума.

Много лет результаты Швабе оставались незамеченными в ученом мире даже после их опубликования в 1743 г. Только благодаря знаменитому Александру Гумбольту эти результаты стали широко известными. Он описал их в своей книге “Космос”, которая вышла в свет спустя 8 лет после публикации самого Г. Швабе. С этого момента начинается новый этап в изучении солнечной активности, который продолжается и в наше время. Он связан неизменно с именем Рудольфа Вольфа.

Р. Вольф был астрономом в Цюрихской обсерватории. Он заинтересовался наблюдениями Г. Швабе и открытой им цикличностью в изменении числа солнечных пятен. Дополнительно к этим данным он взял все другие данные наблюдений за солнечными пятнами, которые к тому времени уже имелись. Мало того, он изучил также описания солнечных пятен, которые имелись в различных хрониках. Результаты своего анализа Вольф обнародовал в 1892 г. Главный из них гласил, что число солнечных пятен на видимом диске Солнца меняется с периодом 11,1 года. Стало очевидным, что проблема не только интересна, но и важна. Став директором Цюрихской обсерватории, Р. Вольф организовал систематические

наблюдения (официальные, а не любительские) за солнечными пятнами. Проблема оказалась действительно очень важной. Собственно, это можно было понять уже из того, что в летописях и хрониках периоды, когда на Солнце были видны огромные пятна, совпадали с разительными изменениями в привычном ритме Земли. В эти периоды были потрясающие засухи, землетрясения, извержения вулканов и другие бедствия. Они сопровождались различными эпидемиями и пандемиями, уносящими многие тысячи жизней.

Но Вольф понял актуальность проблемы солнечных пятен не только на основании изучения хроник и летописей. Он, естественно, захотел связать события на Солнце и с явлениями в природе, в окружающем Землю пространстве. Это такие явления, как полярные сияния, свечение атмосферы Земли в высоких широтах и возмущения магнитного поля Земли.

Р. Вольф установил, что имеется связь между этими явлениями и солнечными пятнами. В прошлом столетии, до Вольфа и после него, были установлены многие зависимости от числа солнечных пятен. Так, еще в 1844 г. ученый Гаутьер установил, что температура воздуха у земной поверхности, а также температура воды зависят от числа солнечных пятен. Позднее, в 1872 г. было показано Мелдруном, что от числа солнечных пятен зависит частота бурь, ураганов и смерчей, а также количество осадков. Малпе в 1858 г. обнаружил, что с числом солнечных пятен связаны определенным образом и землетрясения, а Зенгер в 1887 г. опубликовал данные о связи между частотой гроз и числом солнечных пятен.

Ученые вели интенсивные наблюдения за растительным и животным миром. Для установления связи с числом солнечных пятен использовались статистические данные о росте растений и развитии животноводства. Оказалось, что с числом солнечных пятен тесно связано количество добываемого вина (установлено в 1878 г.), толщина годовых колец деревьев (1892 г.), величина улова рыб, а также размножаемость и миграции насекомых. Оказалось, что с числом солнечных пятен связано даже количество скоропостижных смертей. Эта связь была установлена уже в 1910 г. Были установлены и другие зависимости. Перечислять их здесь мы не будем. И из уже сказанного ясно, что солнечные пятна являются неким феноменом, который оказывает влияние на многие процессы как на Земле, так и в околоземном пространстве.

Солнечные пятна по своей структуре напоминают воронки от снарядов. Глубина их примерно 1000—1500 км. Самая глубокая часть пятна (дно или ядро) — самая темная. Ее называют тенью. Тень окружена полутенью. Чем меньше температура солнечного вещества, тем оно темнее. Температура поверхности Солнца равна примерно 6000°. В центральной части пятна она меньше на 1000—1500°. В обла-

сти полутени, то есть на склонах воронки, температура больше, чем на дне пятна, но меньше, чем вокруг пятна. Размеры среднего пятна сравнимы с размерами нашей Земли.

Мы привели средние характеристики солнечного пятна. На самом деле пятна бывают различные. Наблюдались, например, пятна, размеры которых были в 15—20 раз больше средних, приведенных выше. В поперечнике они достигали 200 тысяч км. Такое разнообразие в солнечных пятнах связано с их развитием, со временем их существования.

Солнечное пятно может существовать от нескольких часов до нескольких месяцев. Самые маленькие пятна, называемые порами, имеют диаметр, равный нескольким стам километров. А самая большая группа солнечных пятен, которую наблюдали на Солнце в апреле 1977 г., занимала площадь, равную 1500 млрд. квадратных километров! В такую область можно было бы поместить не менее 100 земных шаров. Те пятна, которые наблюдали наши предки невооруженным глазом, должны были иметь в поперечнике не менее 40 000 км. Пятна возникают и исчезают. Пора постепенно превращается в пятно, которое увеличивается. Затем появляется парное пятно, а также другие пятна группы. С течением времени основные пятна группы постепенно удаляются друг от друга. В какой-то момент стадия роста заканчивается. Группа пятен достигает максимальных размеров. После этого начинается распад всей группы и отдельных пятен. Эта стадия всегда более продолжительна, чем стадия роста. Дольше всего противостоит распаду головное пятно. Оно сохраняет правильную форму даже после исчезновения хвостового и других пятен группы.

Чаще всего пятна появляются группами или по крайней мере парами. Бывают большие группы пятен. В них входят кроме больших много мелких пятен. Но основными в группе являются два пятна. Одно из них является головным, а парное ему — хвостовым. Головное пятно то, которое находится в голове движения из-за вращения Солнца. Головное пятно является более устойчивым. Если наблюдается одно пятно, то это значит, что парное ему пятно уже успело разрушиться. Оно всегда более короткоживучее.

Солнечные пятна образуются не по всему солнечному диску. В полярных областях Солнца их практически не наблюдал никто. В редких случаях они появлялись на широтах больше 50°. Эти пятна были очень мелкими и неустойчивыми. Вблизи солнечного экватора в пределах 10-градусной полосы пятна также практически не наблюдаются. Зоны на Солнце, в которых появляются пятна, были названы “королевскими”. Солнечные пятна — только “нижний этаж” активной области, которая охватывает по высоте всю солнечную атмосферу. Что же представляет собой “вся постройка”?

Солнечные пятна окружены светлыми волокнистыми образованиями — фотосферными факелами. Они более яркие, поскольку температуры вещества в них выше температуры окружающей их среды. В областях фотосферных факелов имеется довольно сильное магнитное поле и интенсивные движения вещества вдоль силовых линий этого поля.

Факелы в фотосфере продолжаются вверх факельными "площадками", которые пронизывают не только фотосферу, но и хромосферу.

С ростом высоты все "строение" факельных площадок расширяется. Если в фотосфере поперечник его составляет примерно 700 км, то на границе хромосферы с короной он достигает 15 тысяч км.

Факельные площадки зарождаются, растут, распадаются и исчезают. Этот процесс идет согласованно с развитием самих пятен. С появлением солнечных пятен яркость площадок усиливается, особенно вблизи пятен и пор. Растет их площадь. С разрушением пятен факельные площадки становятся менее компактными и контрастными. Они рыхлеют и расползаются в ширину. Через некоторое время они и совсем расплываются.

Каркасом всего этого строения, как и самого солнечного пятна, является магнитное поле. Оно возникает первым, а исчезает последним. Оно сохраняется еще довольно продолжительное время после того, как факельная площадка становится невидимой.

Солнечные вспышки

Неотъемлемой, если не самой важной, частью активной области на Солнце являются солнечные вспышки. Момент их появления есть некая кульминация. Собственно, вспышки на Солнца — это мощные ядерные взрывы. Поэтому первое время их так и называли — эрупциями, то есть взрывами. Это название, конечно, больше отражало существо происходящего в активной области.

Солнечная вспышка, как усиление волнового излучения Солнца, длится всего несколько минут. Очень редкие вспышки длятся десятки минут. Во время вспышки усиливается излучение почти во всех диапазонах: от жестких рентгеновских лучей до километровых радиоволн. При этом усиливается и видимое излучение. Область вспышки примерно на 50% ярче фотосферы. Иногда усиливается и более коротковолновое излучение — гамма-лучи. Общая площадь, занятая вспышкой, может достигать примерно 3600 млн. квадратных километров, а иногда и больше.

Взрыв в солнечной атмосфере приводит к выбросу из нее в межпланетное пространство потоков заряженных частиц. Другими словами, в это время усиливается корпускулярное излучение Солнца. Некоторые выбросы остаются подвешенными в солнечной атмосфере. Они могут существовать несколько минут. Их называют взрывными протуберанцами. Имеются и спокойные протуберанцы (облака плазмы), которые существуют даже несколько месяцев. Структура солнечной атмосферы показана на рис. 4.

Рис. 4. *Структура солнечной атмосферы*

Межпланетное магнитное поле

Кроме локальных магнитных полей активных областей Солнца, оно, как и Земля, имеет общее магнитное поле. Это поле в сотни и тысячи раз меньше локальных полей, например, полей солнечных пятен. Оно составляет всего около 1 Гс. Это только в два раза больше магнитного поля Земли. Тем не менее общим магнитным полем Солнца нельзя пренебрегать. Оно играет важную роль в движении заряженных частиц от Солнца к Земле.

Силовые линии солнечного магнитного поля выходят из северного полушария и входят в южное. В экваториальной плоскости силовые линии очень сильно вытянуты в направлении от Солнца. Здесь образуется экваториальный нейтральный (в смысле магнитного поля) токовый слой. Он располагается не строго в экваториальной плоскости. Земля при своем движении вокруг Солнца проходит то выше, то ниже нейтрального гофрированного токового слоя (рис. 5).

Когда Земля находится выше, на ее орбите силовые линии направлены от Солнца к Земле. Когда же Земля проходит ниже

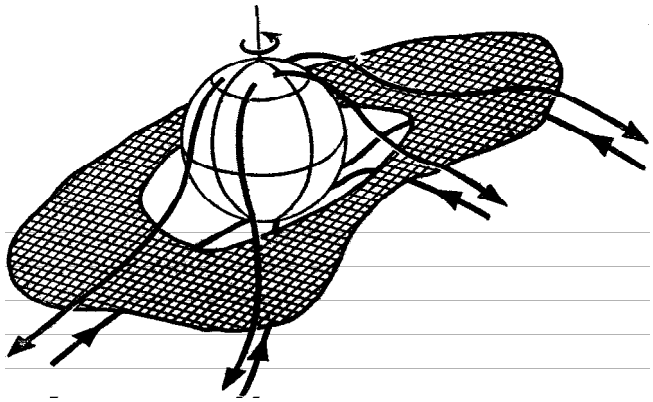

Рис. 5. *Модель общего магнитного поля Солнца с экваториальным нейтральным токовым слоем. Построена по данным измерений космического аппарата "Пионер-II" вне плоскости эклиптики за орбитой Юпитера 6 февраля 1976 г.*

токового слоя, они направлены к Солнцу. Следовательно, орбита Земли проходит участки, в которых межпланетное магнитное поле направлено попеременно — то от Солнца, то к нему. Другими словами, оно имеет секторную структуру. Те сектора, в пределах которых межпланетное магнитное поле направлено к Солнцу, называются отрицательными и обозначаются знаком "-". Сектора с магнитным полем, направленным от Солнца, называют положительными и обозначают знаком "+" (рис. 6).

За счет того, что Солнце вращается вокруг своей собственной оси, силовые линии его магнитного поля закручиваются и принимают форму спиралей Архимеда. Поэтому, кроме радиальной составляющей межпланетного магнитного поля, имеется и поперечная (азимутальная) его составляющая.

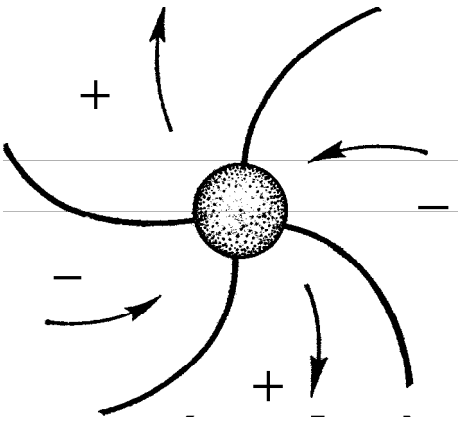

Рис. 6. *Секторная структура межпланетного магнитного поля*

Имеется и третья составляющая межпланетного магнитного поля. Она направлена или вверх или вниз относительно нейтрального токового слоя.

Секторная структура межпланетного магнитного поля сохраняется практически неизменной продолжительное время. Она "жестко" связана с Солнцем. Может наблюдаться от 3 до 6 секторов.

Ритмы Солнца

Что же изменяется ритмически (циклически) на Солнце?

Это, прежде всего, число солнечных пятен. Г. Швабе установил, что количество солнечных пятен то увеличивается, то уменьшается. В распоряжении Г. Швабе были данные собственных наблюдений за 17 лет. Рудольф Вольф, профессиональный астроном, впоследствии директор Цюрихской обсерватории, собрал все доступные сведения о числе солнечных пятен. Он проанализировал все данные наблюдений с помощью телескопов. Г. Галилей проводил такие наблюдения, начиная с 1610 г. Но они не были регулярными. Р. Вольф привлек к анализу и сведения о солнечных пятнах, которые содержались в древних летописях и других исторических памятниках.

Р. Вольф не просто подсчитывал число всех пятен на Солнце. Он учитывал, сколько имеется групп солнечных пятен и сколько пятен являются одиночными. Он подсчитывал число групп солнечных пятен и умножал их на десять, а к этому числу прибавлял число единичных пятен. Так получалось некоторое число, которое называют сейчас числом Вольфа.

Число пятен, которое можно наблюдать на видимой части Солнца, зависит от телескопа, с которого ведут наблюдения. Чем сильнее телескоп, тем больше видно на Солнце пятен. Поэтому при подсчете числа солнечных пятен это надо учитывать.

Когда Р. Вольф проанализировал, как меняется введенное им число солнечных пятен от года к году, то получил, что наибольшее число солнечных пятен повторяется через 11,1 лет. Но это в среднем. В отдельных случаях эти периоды сильно отличаются от этой среднем величины (в пределах 7—17 лет). Поэтому надо говорить не о периодическом, а о циклическом изменении солнечной активности. Таким образом, имеется одиннадцатилетний цикл солнечной активности. Продолжительность его может быть как меньше, так и больше 11 лет.

Имеется периодичность не только в числе солнечных пятен, но и в их положении. В течение 11-летнего цикла положение солнечных пятен меняется следующим образом. В начале солнечного

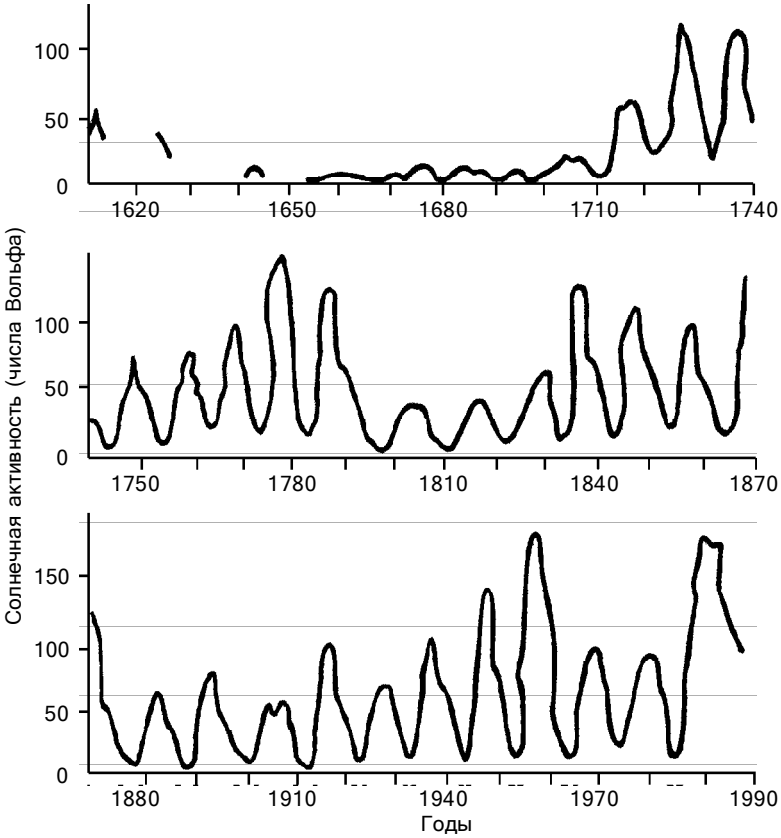

Рис. 7. *Изменение солнечной активности начиная с 1740 г.*

цикла, когда солнечных пятен очень мало, они появляются на наибольшем удалении от экватора, то есть на широтах около 30° севернее и южнее солнечного экватора. Затем от года к году они появляются ближе и ближе к экватору и к концу данного цикла солнечные пятна достигают самой меньшей широты. Если это изобразить на рисунке в виде графика, то положение солнечных пятен в продолжение одного 11-летнего солнечного цикла образуют фигуру, напоминающую бабочку. Любопытно, что при минимальном числе солнечных пятен пятна старого цикла появляются на самых меньших широтах (вблизи экватора), а пятна нового цикла — на наибольшем удалении от экватора. Именно по этому признаку можно очень уверенно определить начало нового солнечного цикла.

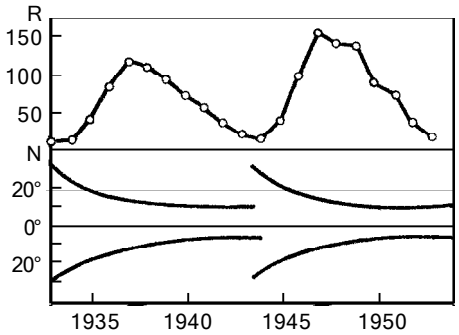

Рис. 8. *Изменение среднегодовых чисел солнечных пятен R и приближенных средних широт солнечных пятен (закон Шперера) за 1933–1953 гг.*
Буквами в кружках обозначены полярности биполярных солнечных пятен (закон полярности солнечных пятен)

Каждый солнечный 11-летний цикл имеет свой порядковый номер. Отсчет первого 11-летнего цикла начался с 1755 г. Солнечная активность с 1610 г. показана на рис. 7. Есть еще одна периодичность, которая проявляется на Земле и также связана с солнечными пятнами. Каждое солнечное пятно пронизано магнитным полем. В одних пятнах магнитное поле направлено вниз, внутрь Солнца, а в других — вверх. В парных пятнах магнитное поле единое. Оно выходит из одного пятна и входит в другое.

Когда были проанализированы магнитные поля солнечных пятен, то оказалось, что их направления меняются периодически. Во-первых, в северном и южном полушариях направления магнитных полей противоположны. Во-вторых, с окончанием одного цикла и началом следующего цикла все направления магнитных полей меняются на противоположные. Таким образом, все повторяется не через 11, а через 22 года, то есть через два 11-летних солнечных цикла. Забегая вперед, скажем, что с таким периодом повторяются многие земные процессы (рис. 8).

Были открыты и циклы с большими периодами. В конце прошлого века был установлен солнечный цикл продолжительностью примерно 80 лет. Его назвали вековым. О его существовании на протяжении всей нашей истории свидетельствуют и хроники. Примерно каждые 80—90 лет солнечная активность была особенно высокой.

Ритмические изменения на Земле позволили открыть солнечные ритмы большей продолжительности. Но о таких ритмах свидетельствует и ход событий в околоземном пространстве. Так, изменение толщины годичных колец долгоживущих деревьев (например, секвойи) проявляет 600-летний цикл. Он несомненно связан с Солнцем. Но такой же цикл был установлен и по наблюдениям комет. Какая тут может быть связь? Она имеется и понять ее можно так.

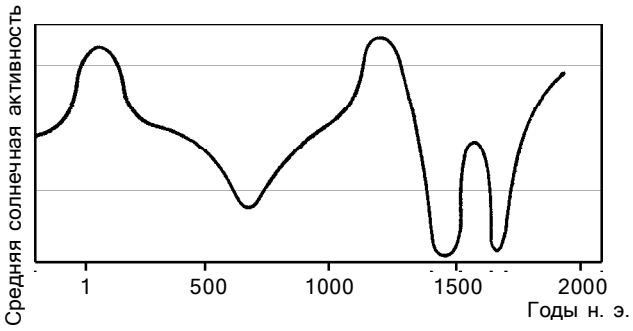

Рис. 9. *Среднее значение солнечной активности за последние 2000 лет*

Чем больше пятен на Солнце, тем больше его активность, тем больше оно выбрасывает в межпланетное пространство солнечного газа. В результате усиливается свечение комет. Поэтому один раз в 600 лет кометы наблюдались чаще.

Имеются и более продолжительные солнечные циклы. Практически не вызывает сомнения существование солнечного цикла продолжительность в 1800 лет. Этот цикл был обнаружен по геологическим, геофизическим и физико-географическим данным. В истории были периоды, когда солнечная активность длительное время находилась на очень низком уровне. Один из таких периодов длился с 1645 по 1716 г. (рис. 9).

В течение 70 лет на Солнце образовалось меньше пятен, чем в течение только одного года при самой низкой активности Солнца. Те немногочисленные пятна, которые все же появились, образовывались только в приэкваториальной полосе. Тем не менее Р. Вольф установил, что и в этот период проявлялся 11-летний цикл солнечной активности.

Этот период сейчас называют минимумом Маундера, по имени английского исследователя, изучавшего его. Сам Маундер писал: "Так же, как в сильно затопленной местности самые возвышающиеся области еще будут поднимать свои головы над паводком, и штиль — здесь, холм, башня или дерево — там, способны дать очертания конфигурации затопленной равнины, годы с пятнами, по-видимому, выделяются как кресты затонувшей кривой пятен". Земные процессы в этот период протекали совсем не так, как до и после него.

Несмотря на то, что в это время не велись регулярные инструментальные наблюдения Солнца, сведения о солнечной активности имеются. И не только в летописях. Их содержит в себе радиоактивный изотоп углерода 14С. Суть дела состоит в следующем.

При высокой солнечной активности межпланетное пространство заполнено более плотным солнечным ветром. При низкой солнечной активности эта плотность меньше. К Земле непрерывно приходят из космоса заряженные частицы высоких энергий. Поскольку они происходят не из Солнца, а пронизывают всю Галактику, их называют галактическими космическими лучами. Чтобы попасть на Землю, эти лучи должны преодолеть межпланетное пространство. Чем больше плотность солнечного ветра, тем сделать это труднее. Поэтому при высокой солнечной активности интенсивность галактических космических лучей на Земле меньше. Под действием галактических космических лучей увеличивалось количество радиоактивного углерода 14С.

Чем можно объяснить существование этого периода? Оказалось, что за некоторое время до столь сильного снижения солнечной активности, в 1642—1644 гг. Солнце вращалось быстрее, чем обычно, чем сейчас. Причем увеличение скорости вращения Солнца вокруг своей оси произошло резко, внезапно.

Солнце вращается вокруг своей оси весьма необычно. Ведь резко увеличилась угловая скорость вращения Солнца только вблизи его экватора. В высоких широтах северного и южного полушарий Солнца оно продолжало вращаться с прежней скоростью. Такое не может произойти с Землей или другой планетой до тех пор, пока она остается единым твердым телом. Но суть дела как раз и состоит в том, что Солнце не является твердым телом. Оно является газовым шаром.

Маундеровский минимум солнечной активности не является единственным. До него наблюдался еще один почти такой же период низкой солнечной активности. Он длился сто лет, от 1450 до 1550 г. До этого также наблюдались периоды очень низкой солнечной активности, которые группировались вблизи таких годов; 400, 750, 1400, 1850 и 3300 гг. до нашей эры. Кроме этих периодов с очень низкой солнечной активностью имели место и периоды с очень высокой солнечной активностью. Мы также живем в период очень высокой солнечной активности. Ведь уже в течение шести 11-летних циклов солнечная активность в максимумах циклов очень высокая.

Периоды очень высокой солнечной активности были и раньше. Например, такой период очень высокой солнечной активности имел место в 1100—1250 гг. Солнечная активность за этот период была измерена с помощью определения количества радиоактивного углерода в древесине.

Поскольку изменение солнечной активности проявляется во многих явлениях на Земле и в околоземном пространстве, то можно по этим явлениям определить солнечную активность. Английс-

кий исследователь Дж. Шове собрал все возможные сведения о солнечных пятнах. Использовал он и данные о ритмах земных процессов. Так, Дж. Шове составил изменение солнечной активности за период от 200 лет до н. э. и до наших дней. За это время прошло 198 одиннадцатилетних циклов. Примерно 600 лет тому назад на Земле произошло сильное похолодание. С того времени зеленая страна Гренландия (об этом говорит ее название) постепенно стала страной, покрытой льдами.

Солнечная активность и расположение планет

Вопросом вопросов солнечной активности является ее причина. Если бы не наблюдалось столь четко выраженной периодичности (цикличности) с разными периодами, то можно было бы успокоить себя тем, что процесс идет в виде отдельных взрывных фаз, что было бы вполне естественным. Но вспомните, как четко меняется каждые 11 лет строй магнитных вихрей (бубликов) в обоих полушариях. 11 лет силовые линии в них направлены в одну сторону, еще 11 — в противоположную, затем все повторяется, то есть все повторяется через 22 года. А регулярное сползание солнечных пятен с широт 25°—30° на широты 8°—12°! Ведь это происходит очень регулярно и неизменно. По широте, на которой появляются солнечные пятна, можно уверенно говорить, на какой стадии, фазе солнечного цикла мы находимся сейчас. Недаром наиболее точно определяется продолжительность солнечного 11-летнего цикла именно по широтному смещению областей, где образуются солнечные пятна. Так что же командует всей технологией рождения солнечных пятен, а значит, и всей солнечной активности? Кстати, к перечисленным выше неординарным свойствам надо причислить тот факт, что солнечные пятна не образуются в высоких широтах, а только в двух широтных зонах между 30° и 80° северного и южного полушарий Солнца.

Все эти факты наводят на мысль, что образование пятен связано с движением Солнца. Но говорить о движении Солнца отдельно от других тел солнечной системы нельзя. Ведь все они завязаны в единое целое, недаром они составляют "систему".

Более глубоко это можно понять на более простом примере системы физических маятников. Пусть мы вначале имеем один физический маятник, представляющий собой подвешенный на нитке (или стержне) грузик. Если раскачать этот грузик и отпустить, то он будет какое-то время раскачиваться с определенным периодом. Через какое-то время из-за потерь кинетической энергии на преодоление сил трения размах колебаний будет становиться все меньше

и меньше и наконец — маятник перестанет раскачиваться. Далее потери энергии на преодоление силы трения рассматривать не будем: нам нужен пример, близкий к движению планет. Усложним пример. Возьмем два маятника с разными длинами (то есть с равными собственными периодами колебания). Затем соединим их подвесы резинкой или пружинкой. Раскачаем один из них и будем наблюдать, как будет себя вести второй маятник, находящийся вначале в неподвижном состоянии. Вскоре мы убедимся, что он также начнет постепенно раскачиваться: часть энергии первого маятника через резинку передается второму и заставляет его раскачиваться. Но теряя свою энергию, первый маятник будет продолжать колебания все с меньшим размахом. Когда он отдаст всю свою энергию, он остановится. Зато в это время второй маятник будет колебаться с максимальным размахом. Получается, что они поменялись местами в смысле своих колебаний. Далее все повторится: энергия от второго маятника будет благодаря существующей связи между ними передаваться к первому. И так без конца (если нет потерь энергии на преодоление сил трения).

Основной вывод из этого бесхитростного эксперимента состоит в том, что колебания двух маятников, связанных между собой, не являются независимыми, а представляют собой колебательную систему, единое целое. Чтобы приблизиться к нашей солнечной системе, нам надо мысленной эксперимент усложнить. Например, возьмем столько же маятников, сколько имеется планет. Подвесим их к одному и тому же месту (Солнцу) и начнем их раскачивать с самого начала произвольным образом. Не забудем все их соединить соответствующими резинками или пружинами. Ими реально служат силы притяжения планет между собой: каждая планета притягивается не только Солнцем, но и каждой другой планетой. Ясно, что соединенные таким образом колеблющиеся маятники представляют собой единую колебательную систему, ни один из маятников не может совершать колебания, не считаясь с колебаниями всех других маятников. Все это абсолютно справедливо и для нашей Солнечной системы. Если такая колебательная система, состоящая из маятников, не теряет энергию на преодоление сил трения, то она через строго определенное время придет в такое состояние, когда перетек энергии через связи будет установившимся. Система придет в такое состояние, при котором каждый маятник будет колебаться со своей неизменной частотой. Причем связь между этими частотами всегда во всех установившихся колебательных системах очень простая. Такая система является синхронной. Когда частоты системы установились, они являются резонансными. Расчеты показывают, что Солнечная система почти полностью достигла резонансного состояния. Частоты ее планет и спутников отличаются

всего на полтора процента от идеально резонансных. В резонансной колебательной системе частоты колебаний являются соизмеримыми. Частоты колебаний отдельных маятников (планет) или равны друг другу, или кратные, или же находятся в рациональных отношениях. Так, например, удвоенная частота Юпитера равна упятеренной частоте Сатурна. Это справедливо и для спутников. Так, сумма частоты спутника Юпитера Ио и удвоенной частоты спутника Ганимеда равна утроенной частоте спутника Европы.

Резонансный режим Солнечной системы проявляется не только в соизмеримом состоянии частот. Кроме резонансных частот имеются и резонансные фазы этой колебательной системы. Как это понимать? Все планеты Солнечной системы обращаются вокруг Солнца в одной плоскости — плоскости эклиптики. Каждая планета, делая один оборот вокруг Солнца, проходит угол в 360°. Если она проходит пол-оборота, то этот угол равен 180°. Этот угол, проходимый планетой, и является фазой, стадией ее колебательного движения. Но поскольку речь идет не о разных независимых планетах, а о единой колебательной системе, то фазы всех планет надо отсчитывать от одного и того же значения. Так как планеты вращаются вокруг Солнца, то этот отсчет надо связывать с Солнцем. Допустим, все планеты выстроились на одной линии, но на разных удалениях от Солнца. Здесь их фаза равна нулю. Пусть это направление соответствует нулевой долготе Солнца, так называемой гелиоцентрической долготе. После этого всем планетам дан старт. Фаза каждой из них стала увеличиваться по-разному, в зависимости от величины скорости их обращения вокруг Солнца. Ровно через 179 лет ситуация повторится: все планеты снова выстроятся в одну линию. Последний раз такое событие наблюдалось в 1982 г. Так вот, оказывается, что имеются определенные фазы, то есть направления, которые были также названы резонансными. Эти направления соответствуют определенным солнечным долготам. Чем эти фазы знаменательны? Тем, что в этих направлениях процессы на Солнце (оно также входит в единую колебательную резонансную систему) наиболее неустойчивы. Значит, на этих долготах в солнечной атмосфере, фотосфере и конвективной зоне процессы, вызванные неустойчивостями, должны развиваться более активно. Как же на самом деле? Ученые в течение многих лет обсуждают проблему активных долгот на Солнце. Суть этих долгот состоит в том, что в определенных долготных интервалах солнечные пятна (а значит и все строение активной области) образуются чаще, чем на других долготах. На активных долготах чаще образуются активные области, чаще происходят взрывы — солнечные вспышки. Отсюда больше выбрасывается в межпланетное пространство, а значит и к Земле, заряженных частиц и волнового излучения. Но оказалось, что ак-

тивные долготы на Солнце, хотя и весьма стабильны даже в течение десятилетий, все же совершают как бы колебательные движения в ту и другую сторону. Это значит, что резонансные фазы, которые соответствуют активным долготам на Солнце, меняются со временем. Собственно, так и должно быть в колебательной системе, которая еще до конца не зволюционизировала.

Естественно, всех на Земле интересует, какие события, изменения произойдут в близком и далеком будущем в атмосфере, гидросфере, как изменится погода, климат, урожайность и т. д. и т. п. Этот интерес не является праздным, он естественен, поскольку от всех этих условий зависит наша жизнь и жизнь наших внуков. Человеку надо научиться предсказывать, прогнозировать наступление этих периодов, чтобы правильнее, надежнее организовать производство, сельское хозяйство и всю свою жизнь. Наконец, это нужно для того, чтобы понять прошлое, так как жизнь людей и все, что происходило на нашей планете в прошлые века и тысячелетия, определялось также и условиями в космосе, на Солнце и в межпланетном пространстве.

Таким образом, вопрос резонансных фаз или активных долгот не является чисто умозрительным. Он самым тесным образом связан с возможностью прогнозирования тех процессов на Солнце, которые оказывают влияние на нашу жизнь.

О том, что именно планеты оказывают влияние на процессы в солнечной атмосфере, догадался еще Р. Вольф. На это были веские основания. Например, продолжительность солнечного цикла оказалась равной периоду обращения Юпитера. Исследования влияния планет на солнечную активность проводились активно до половины нынешнего столетия. Затем часть ученых начала отдавать предпочтение поискам причин солнечной активности внутри самого Солнца. Отношение к влиянию планет в какой-то мере стали путать с астрологией. К сожалению, у части недальновидных специалистов такое отношение к проблеме осталось до сих пор. Они готовы зачеркнуть целый этап в решении данной проблемы, который длился несколько десятилетий. Так, Ю. И. Витинский пишет: "Однако все эти работы дали гораздо больше для развития математики, чем для изучения солнечной активности". Несомненно, прав Л. И. Мирошниченко, сказав, что "до сих пор не предложено никакого механизма внутрисолнечного происхождения, объясняющего сложный квазипериодический и многочастотный характер солнечной активности". Однако уже в 60-е гг. исследования влияния планет на солнечную активность стали вновь развиваться. Кроме изложенных выше результатов по изучению Солнечной системы как резонансной колебательной системы, широко изучалось влияние геометрического положения планет. Суть дела здесь состоит в сле-

дующем. Каждое тело имеет свой центр тяжести. Он имеет ясный физический смысл. Например, если подвесить тело за центр тяжести, то оно вращаться не будет. Если имеется два тела, то можно определить их единый центр тяжести. При этом они не должны смещаться друг относительно друга. Конечно, если их взаимное расположение меняется, то меняется и положение центра тяжести этих двух тел. То же самое справедливо и для системы нескольких тел, например, Солнечной системы. Солнце намного тяжелее всех планет, взятых вместе. В нем содержится 99% всей массы Солнечной системы.

Если планеты распределены в плоскости эклиптики (вокруг Солнца) "равномерно", то центр тяжести Солнца почти совпадает с центром тяжести всей Солнечной системы. "Почти" — потому, что добиться полной равномерности нельзя. Если же планеты с большими массами (планеты-гиганты) выстроятся в один ряд по одну сторону от Солнца, то центр тяжести Солнца сместится относительно центра тяжести всей Солнечной системы. Величина этого смещения может достигать 2,19 радиуса Солнца. Это существенно изменит характер движения самого Солнца. Кроме того, что оно вращается вокруг своей оси, оно обязано совершать обороты вокруг общего центра масс всей системы, в которую оно входит. Это дополнительное движение служит толчком к возникновению различного рода неустойчивостей в солнечной плазме, что в конечном счете приведет к усилению солнечной активности. Ясно, что здесь важна не сама скорость, а изменение ее во времени, то есть периоды наибольшего замедления или ускорения (рис. 10).

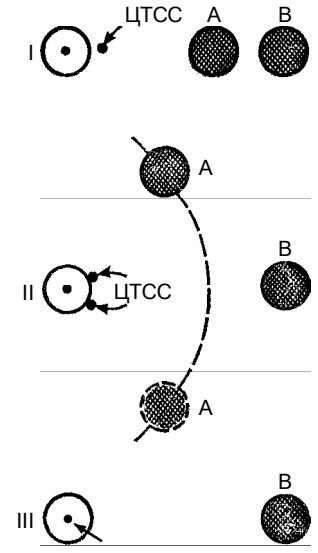

Рис. 10. *Схема изменения центра тяжести Солнечной системы (ЦТСС) в зависимости от геометрического положения планет*

Можно сделать такой простой чисто иллюстративный расчет. Будем считать, что имеются только две планеты, движущиеся по своим орбитам с равномерными, но разными скоростями. Далее рассчитаем те моменты, когда они "соединятся", то есть выйдут на одно и то же направление, проходящее через Солнце. Так можно рассчитать ситуацию (время соединения и относительную угловую скорость одной планеты относительно

другой) для различных пар планет, например, Сатурн—Юпитер, Сатурн—Уран, Нептун—Уран, Нептун—Плутон. Тогда получим интервалы времени, через которые происходит соединение указанных пар планет, соответственно равные 19, 858, 45, 365, 171, 428 и 481, 233 гг. Указанные четыре периода еще не являются периодами солнечной активности. Из приведенного выше периода, равного 171,4 г., можно определить продолжительность солнечного цикла в 86 лет. Это вековой цикл. Для того, чтобы получить циклы продолжительностью в 11 и 22 гг., надо рассчитать соединения Юпитера, Сатурна и Урана, а также учесть приливные воздействия на солнечную атмосферу планет земной группы. С приливами все мы хорошо знакомы на примере морских приливов. Может не все знают, что имеются также атмосферные приливы. Вся они возникают под действием сил притяжения Солнца и Луны. Естественно ожидать, что и Земля (а также другие планеты) будут оказывать приливное действие на вещество Солнца. Но поскольку масса Земли небольшая, то и результат будет не столь заметный, как при действии солнечных приливов на Земле. Приливы, вызываемые планетами, вызывают колебания фотосферы Солнца всего на 1 см по высоте. Конечно, это мало для того, чтобы ждать от этих приливов заметных последствий. Но приливная сила может служить в качестве спускового механизма. Для этого ей не обязательно надо быть большой. Необходимо также иметь в виду, что чем выше над фотосферой, тем размах приливных колебаний солнечного газа становится больше. В настоящее время специалисты сходится на том, что приливные колебания солнечного газа, вызываемые планетами, должны быть учтены при описании солнечной активности и физики Солнца вообще.

Земля — большой магнит

Намагниченный брусок имеет два магнитных полюса — северный и южный. Магнитное поле такого бруска является дипольным, то есть полем с двумя полюсами ("ди" означает два). Форму его можно увидеть с помощью железных опилок. Силовые линии этого поля проходят так, как ориентируются опилки. Каждая опилка является стрелкой компаса. Она ориентируется вдоль магнитного поля, по касательной силовой линии магнитного поля.

Земля тоже намагничена. Она имеет свое магнитное поле с двумя полюсами, вокруг глобуса можно создать такое магнитное поле, если внутрь полюса поместить намагниченный брусок. Но как? Вначале его надо разместить вдоль оси вращения Земли. Половина бруска в северном полушарии, а другая половина в южном.

Южный магнитный полюс надо направить к северному географическому полюсу. Тогда северный магнитный полюс бруска будет совпадать с южным географическим полюсом.

После этого надо брусок отклонить от оси вращения Земли на 11°. Надо отклонить его так, чтобы он своим южным магнитным полюсом упирался в город Туле (Гренландия). Тогда магнитное поле бруска, "привязанное" таким образом к Земле, будет похоже на магнитное поле Земли.

Магнитное поле земного диполя одинаковое со всех сторон: с дневной, ночной, утренней и вечерней. Оно не зависит от положения Солнца. Над магнитным экватором оно проходит горизонтально. Над магнитными полюсами силовые линии магнитного поля Земли направлены вертикально. Принято считать, что магнитное поле направлено от северного магнитного полюса к южному. Значит, силовые линии магнитного поля Земли направлены в южном полушарии снизу вверх, а в северном — сверху вниз. Силовые линии, выходящие из северного магнитного полюса (в южном полушарии), входят в южный магнитный полюс в северном полушарии.

Чтобы не было путаницы из-за того, что северный магнитный полюс находится в южном полушарии, а южный — в северном, договорились называть магнитный полюс в северном полушарии северным геомагнитным полюсом. Стрелка компаса поворачивается на север своим северным магнитным полюсом. Это и происходит потому, что на севере находится южный магнитный полюс. Мы будем придерживаться терминологии, принятой учеными. Будем считать, что северный геомагнитный полюс находится в северном полушарии (вблизи Туле). Но будем помнить, что там на самом деле южный магнитный полюс. От этого зависит направление силовых линий магнитного поля.

Действительно ли магнитное поле Земли является полем диполя? В принципе да, а в деталях — нет. Эти детали тем не менее очень важны. Их удалось установить только сравнительно недавно, когда космические аппараты позволили измерять магнитное поле далеко за пределами Земли. Эти измерения позволили установить, какова на самом деле форма магнитного поля Земли в деталях.

Оказалось, что магнитное поле Земли со стороны Солнца не такое, как с противоположной (ночной) стороны.

В области, примыкающей к Земле, магнитное поле является дипольным и не зависит от положения и даже наличия Солнца. В более удаленной от Земли области, на расстояниях, больших чем три радиуса Земли, различие в магнитных полях очень существенное. Оно состоит в следующем.

Магнитное поле диполя характеризуется "воронками" над магнитными полями. У реального магнитного поля Земли эти воронки находятся не над магнитными полюсами, а смещаются в сторону экватора примерно на 1000 км от полюсов. Кроме того, форма магнитных силовых линий на дневной стороне очень сильно отличается от таковой на ночной стороне. Поскольку это зависит от положения Солнца, то именно Солнце "виновато" в этом различии. Как понять суть этого влияния — влияния Солнца на форму магнитного поля Земли?

Солнечный ветер и магнитосфера Земли

Как Солнце может подействовать на магнитное поле Земли? Совершенно очевидно, что оно не может действовать на магнитное поле своим притяжением. Не может действовать на магнитное поле и солнечный свет, а также рентгеновское, инфракрасное и гамма-излучение. То же самое относится и к радиоволнам, которые излучает Солнце. Они тоже должны быть исключены из тех факторов, от которых зависит форма магнитного поля Земли. Что же остается? Заряженные частицы, которые выбрасываются из атмосферы Солнца и уходят в межпланетное пространство. Мы уже говорили об этих частицах. Они обладают различными энергиями, а значит и разными скоростями. Заряженные частицы с небольшими скоростями, которые непрерывно исходят из Солнца во все страны, называют солнечным ветром. Потоки высокоэнергичных заряженных частиц выбрасываются из солнечной атмосферы время от времени. Они обладают большими скоростями и достигают Земли быстрее частиц солнечного ветра.

Можно считать, что агент, который определяет форму магнитного поля Земли, а точнее деформацию магнитного диполя Земли, найден. Это солнечные заряженные частицы. Остается выяснить, как заряженные частицы это делают. Чтобы в этом разобраться, надо вспомнить, как заряженные частицы взаимодействуют с магнитным полем.

Если заряженная частица движется в магнитное поле, то ее движение зависит от этого поля. Исключением является только один случай — когда заряженная частица движется строго вдоль силовой линии магнитного поля. В этом случае заряженная частица не чувствует наличия магнитного поля, она движется так, как будто магнитного поля и вовсе нет. Если заряженная частица движется поперек магнитного поля, то траектория меняется: вместо прямой линии до вхождения в поле она становится окружностью. Чем сильнее магнитное поле, тем меньше эта окружность (у той же части-

цы). Но с другой стороны, чем больше энергия летящей частицы, тем труднее магнитному полю согнуть ее траекторию в маленькую окружность.

Имеется некоторое условие баланса. Для того, чтобы изменить траекторию заряженных частиц с определенной энергией, магнитное поле должно иметь определенную величину и быть направлено перпендикулярно движению частиц. Если это условие выполняется, то заряженные частицы начинают вращаться вокруг силовых линий. Скорость их вращения и радиусы окружностей, по которым они вращаются, зависят от величины магнитного поля и энергии частиц. Положительно заряженные частицы вращаются в одну сторону, а отрицательно заряженные — в противоположную. Солнечные заряженные частицы подходят к магнитному полю Земли под разными углами: и продольно, и перпендикулярно, и косо. Те из частиц, которые подходят вдоль силовых линий (над магнитными полюсами), должны беспрепятственно проникать внутрь магнитной оболочки Земли (магнитосферы). Те частицы, которые подходят к силовым линиям перпендикулярно, далеко вглубь магнитосферы не пройдут. Их траектории закручиваются вокруг силовой линии магнитного поля. Что же будет с частицами, которые косо падают на магнитное поле? Это тем более важно знать, что таких частиц большинство.

Когда заряженная частица движется под некоторым углом (но не прямым) к силовой линии магнитного поля, то это ее движение можно разложить на два: вдоль поля и поперек него. Собственно, в данном случае мы вектор скорости частицы раскладываем на составляющие — вдоль магнитного поля и поперек него. Движение такой частицы в магнитном поле станет движением по спирали. Частица будет вращаться вокруг силовой линии и одновременно смещаться вдоль силовой линии. Траектория частицы будет иметь форму спирали.

Радиус этой спирали и ее шаг будут неизменными в том случае, если будут оставаться неизменными энергия частицы и форма и напряженность магнитного поля. Это значит, что силовые линии магнитного поля должны быть прямыми, расстояние между которыми неизменно в направлении движения частицы. Это условие однородности магнитного поля. Но этот случай однородного магнитного поля для нас мало интересен. Ведь магнитное поле Земли неоднородно. Как в этом случае будут двигаться частицы?

Если силовые линии магнитного поля сходятся, то есть частица, двигаясь по спирали, продвигается во все более сильное магнитное поле, то ее продвижение в это поле постепенно замедляется. Магнитное поле противодействует продвижению частицы. Оно беспрепятственно пропускает частицу внутрь только в том случае,

если она движется строго вдоль силовой линии магнитного поля. Двигаясь по спирали в сторону более сильного магнитного поля, заряженная частица на каком-то расстоянии перестает углубляться. После этого момента она постепенно (тоже по спирали) движется в противоположную сторону. Магнитное поле выталкивает заряженную частицу в сторону более слабого поля.

Магнитное поле Земли неоднородно. Это видно по форме силовых линий. По мере движения от экватора к полюсам вдоль силовых линий видно, что они сгущаются все больше и больше. Это значит, что магнитное поле увеличивается. В таком магнитном поле, которое увеличивается в обоих направлениях от экватора, заряженная частица оказывается пойманной, захваченной. Вращаясь по спиралям, заряженные частицы движутся в таком поле последовательно, отражаясь от более сильного поля попеременно то в южном, то в северном полушарии. При этом заряженные частицы находятся выше земной атмосферы. Такие заряженные частицы действительно были измерены в магнитосфере Земли. Их назвали поясами радиации.

Как деформируется магнитное поле Земли солнечными частицами? Поскольку заряженные частицы взаимодействуют с магнитным полем, то они могут это поле деформировать. Поток заряженных частиц, пролетающий от Солнца, взаимодействует с самыми внешними силовыми линиями магнитосферы Земли. Концы силовых линий остаются на прежнем месте, в Земле. А сами линии "выворачиваются" и вытягиваются потоком заряженных частиц на ночную сторону. Они прикрывают магнитные полюса, и воронки над полюсами исчезают. Зато образуются новые воронки на полуденном меридиане. Новые воронки удалены от полюсов примерно на 1000 км.

Очень важно, что эти воронки могут смещаться. Чем сильнее энергия солнечного потока заряженных частиц, тем больше силовых линий он выворачивает с дневной стороны на ночную. Тем больше воронка удаляется от полюса.

Под действием солнечных заряженных частиц с дневной стороны магнитосфера Земли ограничена определенным расстоянием от поверхности Земли. Когда Солнце спокойно, это расстояние равно примерно десяти земным радиусам. Во время солнечных бурь поток солнечных частиц усиливается и поджимает магнитосферу с солнечной стороны ближе к Земле. В это время воронки смещаются еще дальше от полюса. При очень сильных солнечных бурях магнитосфера на дневной стороне может быть сжата до трех земных радиусов. Тогда воронки смещаются от полюса.

Под действием солнечных заряженных частиц меняется не только положение воронок, которые у диполя находятся над полюсами.

Воронки не только смещаются по направлению к экватору. Они при этом меняют свою форму. Каждая воронка при этом превращается в сплюснутую воронку-щель, в форме подковы. Она охватывает определенную область на дневной стороне магнитосферы.

Ночная часть магнитосферы мало похожа на дневную. Если на дневной стороне магнитное поле Земли простирается максимум на расстояние в десять земных радиусов, то на ночной стороне оно имеется на огромном расстоянии, равном ста радиусам Земли и более. Силовые линии магнитного поля Земли вытягиваются в направлении движения солнечных частиц, то есть от Земли. Так образуется шлейф силовых линий магнитосферы Земли. Специалисты его называют хвостом магнитосферы (рис. 11).

Заряженные частицы беспрепятственно движутся вдоль силовых линий магнитного поля. Это значит, что солнечные заряженные частицы через воронки на дневной стороне могут проникать сквозь магнитосферу к Земле, к ее атмосфере. Но внутри магнитосферы находятся заряженные частицы, которые там захвачены. В хвосте магнитосферы также имеются заряженные частицы. Они отсюда движутся вдоль силовых линий магнитного поля. Куда они попадут? Можно проследить, что они попадут в Арктику и Антарктику.

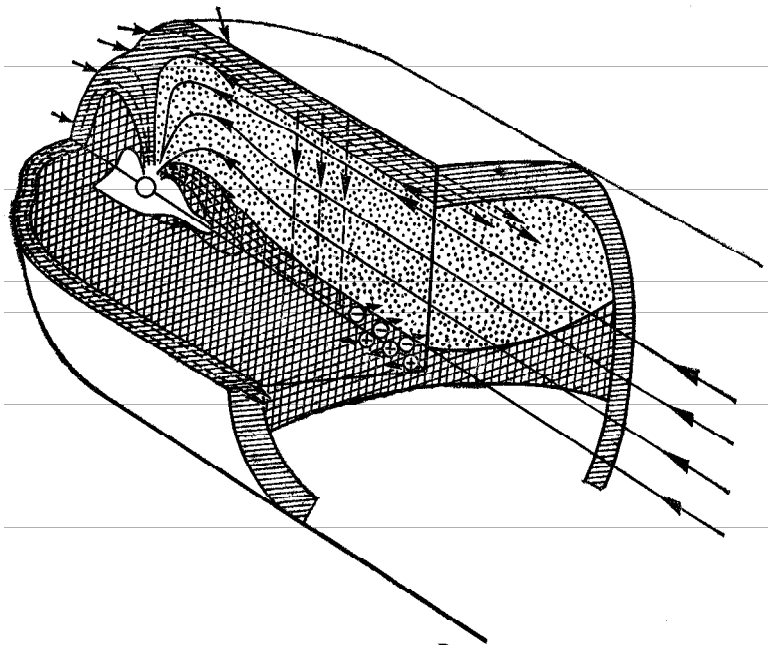

Рис. 11. *Структура магнитосферы Земли*

Если проследить за путем заряженных частиц на дневной и ночной сторонах магнитосферы, то окажется, что они приходят как раз в то кольцо (овал), которое светится полярным сиянием. Это что, случайность или закономерность?

АТМОСФЕРА

Некоторые античные философы считали, что воздух является первичным элементом или основной субстанцией. Они полагали, что он не разделяется на более простые составляющие. Так, древнегреческий философ Эмпедокл учил, что Вселенная состоит из четырех элементов — воды, земли, огня и воздуха.

В XVII в. английский естествоиспытатель Джон Миов опытным путем пришел к выводу, что одна из частей воздуха поддерживает горение и жизнь. Ее он назвал "горючим воздухом".

Кислород был выделен спустя сто лет после открытия Миовом "горючего воздуха". Его выделили одновременно в Англии (Джозеф Пристли) и в Германии (Карл Шееле). Пристли нагревал ртуть на воздухе до тех пор, пока она не превращалась в красный порошок. При дальнейшем нагревании этого порошка из него выделялся газ, который поддерживал горение лучше, чем обычный воздух. Этот газ и оказался кислородом.

Азот был открыт следующим образом. В 1752 г. Джозеф Блэк в опытах выделил из воздуха вещество, которое он назвал "связанным воздухом". Спустя двадцать лет Даниэль Резерфорд при изучении свойств газа, образованного после сгорания древесного угля, открыл азот (удушливый газ).

Нейтральный газ аргон, который составляет 1% всего объема воздуха, был выделен в 1894 г. Аргон выделили Джон Рэлей и Ульям Рамзай. Затем были выделены также гелий, неон, криптон, ксенон и водород.

На сегодняшний день установлено, что воздух состоит из следующих составляющих (цифры обозначают объем в процентах): Азот (78,084); Кислород (20,946); Аргон (0,934); Углекислый газ (0,033); Неон (0,000018); Гелий (0,00000524); Метан (0,000002); Криптон (0,00000114); Водород (0,0000005); Окислы азота (0,0000005); Ксенон (0,000000087) (рис. 12).

Воздух содержит также целый ряд примесей, находящихся в твердом и жидком состоянии. Все они естественного или искусственного происхождения, имеют весьма различный химический состав, размеры, форму и физические свойства. Эти частицы называ-

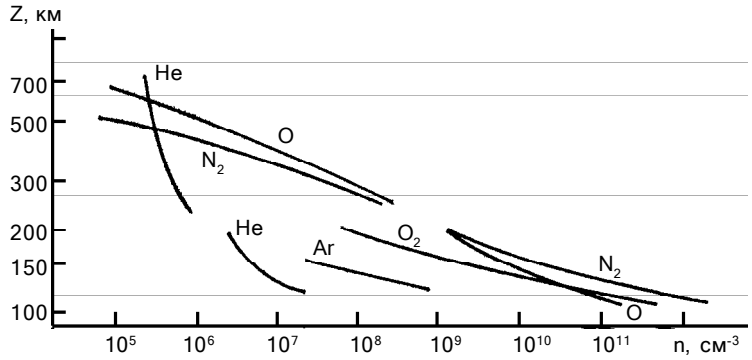

Рис. 12. *Высотное распределение концентрации атмосферных газов N_2, O_2, Ar, O, He*

ются "аэрозолями". Особенно большое количество аэрозолей промышленного происхождения содержится в атмосфере больших городов. Там в одном кубическом сантиметре содержатся тысячи и даже сотни тысяч частиц. Общеизвестно, что над промышленными городами в атмосфере нередко "висят" десятки тысяч тонн сажи и пыли.

Кроме аэрозолей, в атмосфере содержатся крупные частицы пыли и воды, ледяные кристаллы. Все эти примеси играют весьма важную роль в атмосферных процессах или в формировании погоды. Частицы воды, например, служат ядрами, на которых начинается конденсация водяного пара в атмосфере. Поэтому они необходимы для образования тумана, облаков и в конце концов элементов осадков (капель дождя, снежинок и т. д.).

Наличие аэрозолей в атмосфере делает ее менее прозрачной, мутной. Через нее труднее проходит солнечное излучение. Аэрозоли малых размеров сохраняются в атмосфере очень долго. За это время они успевают переноситься воздушными течениями на огромные расстояния. В условиях более сильного перемешивания атмосферы аэрозоли забираются на большие высоты и опускаются, когда процесс перемешивания замедляется. Поэтому ночью, когда атмосферный газ перемешивается менее эффективно, слой аэрозолей находится ниже, чем днем. Процесс распределения аэрозолей по высоте и вообще в пространстве сложен и определяется многими факторами.

Основными составляющими атмосферы, являющимися примесями с малым содержанием, являются сернистый газ (O), окислы азота, аммиак (H), метан (CH), угарный газ (CO), озон, а также различные органические соединения. Несмотря на то, что этих

примесей относительно всей массы воздуха немного, они очень существенно могут влиять на условия на Земле. Так, например, увеличение содержания углекислого газа в атмосфере от 0,029 в 1900 г. до 0,0334% в 1979 г. привело к заметному увеличению средней температуры атмосферы в приземном слое. Если увеличение содержания углекислого газа будет продолжаться и дальше, то из-за роста температуры может создаться критическая ситуация вследствие таяния льдов Гренландии и Антарктиды. В результате сильно повысится уровень Мирового океана и многие прибрежные города на земном шаре окажутся под водой.

Углекислый газ поглощает и переизлучает часть инфракрасного излучения, которое испускается земной поверхностью. Если его станет больше, то Земля будет продолжать поглощать то же самое количество солнечного излучения, а излучать в окружающую среду будет меньше. Значит, ее температура повысится.

Пыль и другие частицы, которые попадают в атмосферу при извержении вулканов и от других источников загрязнения, также способны повлиять на температуру земной поверхности и приземного слоя воздуха. Чем их больше, тем они сильнее задерживают солнечное излучение и тем самым приводят к уменьшению температуры планеты.

Бытует представление, что очень полезно "подышать озоном". Поэтому многих удивит, что озон является ядом в том случае, если его содержится в воздухе больше определенной (очень малой!) его части. Озон образуется в приземном слое воздуха в результате деятельности промышленности и автотранспорта. Окислы азота и несгоревшие углеводороды газов, взаимодействуя под влиянием солнечного излучения, создают густую дымку (фотохимический смог). В одном кубическом метре этого смога содержится до 1 мг озона. Этот смог опасен. Он поражает растительность, раздражает дыхательные пути и слизистую оболочку глаз, отрицательно влияет на земную флору и фауну. К сожалению, в настоящее время "озонный смог" наблюдается во многих крупных городах мира.

В природе происходит бесконечно повторяющийся круговорот веществ. В нем участвуют и составляющие воздуха — азот, кислород и углекислый газ. Когда азот находится в газообразном состоянии, он является мимически инертным газом. Но в соединениях, которые называют нитратами, он играет важную роль в обмене веществ в животном и растительном мире. Нитраты создаются растениями, бактерии которых захватывают свободный азот из воздуха. Животные, питаясь растениями, потребляют нитраты. Зеленые растения извлекают углекислый газ из воздуха и с помощью фотосинтеза освобождают кислород. Оценки показывают, что вся растительность земного шара использует за год около 550 млрд. тонн углекислого

газа. При этом они освобождают кислород в количестве примерно 400 млрд. т. Углекислый газ поступает в атмосферу, когда растения сгорают или гниют, когда дышат люди и животные, когда испаряются минеральные источники и извергаются вулканы. Продолжительность полного цикла для каждого газа разная. Так, углекислому газу требуется в среднем от одного до трех лет, кислороду — три тысячи лет, а азоту — все сто миллионов лет.

С термометром на воздушном шаре

Чем выше в горы мы поднимаемся, тем становится холоднее. Если же мы поднимемся на самолете на высоту в 9 км, то там (за бортом) температура вообще упадет до минус 40—50°С. Что же выше? До каких пор температура будет уменьшаться по мере нашего подъема вверх? Ясно, что для дальнейшего подъема нам придется пересесть из самолета в ракету. Но при этом надо не забыть прихватить термометр для измерения температуры воздуха. Будем совершать наш подъем на ракете в средней полосе летом, когда температура воздуха на Земле достигает +27°С. Мы выбрали такую температуру не только потому, что она реальна в этих условиях, но и потому, что она соответствует круглому числу градусов по шкале Кельвина, а именно 300°К. Это не принципиально, просто более удобно. По мере нашего подъема на каждый километр температура уменьшается на 6,5°. Вдруг на высоте около 12—13 км температура перестает уменьшаться. Это мы достигли нижней части озонного слоя, этого запасника тепла в атмосфере. Здесь и находится озонопауза. Эта область атмосферы, в которой температура падает с высотой, была названа тропосферой. Слово “тропо” означает изменчивый. Это относится к температуре.

Высотный ход температуры атмосферы исследовался задолго до изобретения ракет и самолетов. Изучение температуры атмосферы началось в середине XVIII в. Для этого поднимали термометры на воздушных змеях. В конце XVIII в. термометры стали поднимать на воздушных шарах. И это было очень даже эффективно. Так, хорошо известный физик и химик Жозеф Гей-Люссак в 1804 г. совершил два подъема на воздушном шаре. Во втором подъеме он достиг высоты 7 км. Эти подъемы были очень информативны. Ученый не только измерял температуру воздуха на разных высотах, но и его влажность, а также забирал пробы воздуха на разные уровнях. Анализ этих проб воздуха и позволил впервые заключить, что на этих высотах состав воздуха остается постоянным. С увеличением высоты уменьшается только его плотность.

В том же 1804 г. полет на воздушном шаре совершил русский академик Я. Д. Захаров.

В дальнейшем эти исследования проводились регулярно. Особенно массовыми они стали во второй половине XIX в. Была достигнута рекордная высота — 11,2 км. Это сделал английский метеоролог Джеймс Глайшер. На воздушном шаре с целью исследования атмосферы в 1887 г. поднялся великий русский химик Д. И. Менделеев. Таким образом, с помощью шаров-зондов удалось "прощупать" всю тропосферу.

Выше 11 км стали поднимать на высотных баллонах приборы, которые могли проводить измерения температуры (и других параметров) атмосферного газа без участия человека. Такой прибор был изобретен в 1892 г. Г. Эрмитом и Ж. Безансоном и был назван метеографом. Именно с помощью метеографа в 1928 г. и было обнаружено Л. Бортом, что выше 12 км температура не уменьшается. В такой результат никто не хотел верить — слишком уж парадоксальным он казался. Поэтому решили, что измерения являются ошибочными. Но когда такой же результат показали метеографы в сотнях полетов высотных баллонов, деваться было некуда, — в него поверили. Пришлось признать наличие в атмосфере выше тропосферы слоя, в котором высотный профиль температуры испытывает обращение, то есть инверсию. Поэтому он был назван слоем с инверсией.

Еще в первых измерениях с помощью метеографов было установлено, что тропосфера на разных широтах имеет разную протяженность по высоте (от 8 до 12 км).

Будем продолжать подъем вверх дальше. От 12 до 20 км температура практически не меняется с высотой. Говорят, что этот слой изотермический, то есть слой с постоянной температурой ("изо" значит "равный", "одинаковый"). От 20 до 47 км температура с ростом высоты увеличивается. Если в тропосфере перепад температуры по высоте был положительным, то на этих высотах он отрицателен. Выше 47 км (до 51 км) температура снова остается неизменной. Это второй изотермический слой. Вся область от 12 до 51 км названа стратосферой ("страто" — "слоистый"). Стратосфера на верхней границе заканчивается стратопаузой. Температура на стратопаузе достигает приблизительно 10—20°С.

Если к тропосферному воздуху добавить тот, что находится в стратосфере, то получим 99% всего воздуха. Выше 51 км находится только около 1% всего воздуха.

Выше стратопаузы располагается еще одна (промежуточная) сфера. Она названа мезосферой ("мезос" — "промежуточный"). Здесь снова температура уменьшается с высотой (как и в тропосфере). Мезосфера простирается до высоты 86 км. В верхней части мезосферы (на мезопаузе) температура уменьшается до минус 75—90°С.

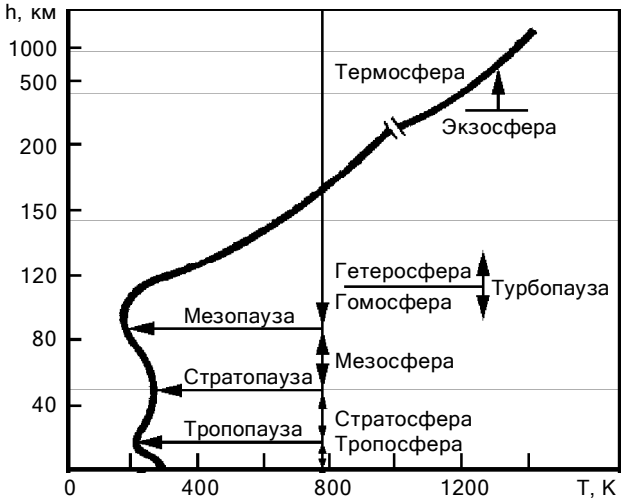

Рис. 13. *Высотный профиль температуры земной атмосферы*

На мезопаузе высотный профиль температуры снова ломается. Выше мезопаузы температура увеличивается с высотой (как и в стратосфере). Эта часть атмосферы названа термосферой ("термо" — "тепло"). В термосфере температура достигает многих сотен градусов (рис. 13).

Значит ли это, что попав туда, мы с нашей ракетой попадем в ад? Отнюдь нет! Здесь настолько глубокий вакуум, что понятие температуры приобретает смысл, отличный от принятого нами в ежедневной жизни. Находясь в обычных условиях (на земной поверхности), мы температурой измеряем степень нагретости тела. В случае газа это значит, что чем выше температура газа, тем больше скорости его молекул. Другими словами, чем быстрее движутся частицы газа, тем больше температура. Говорить о температуре одной частицы нельзя. Можно говорить только о температуре всего газа. Частицы газа должны сталкиваться и обмениваться друг с другом энергией (как бильярдные шары). Чем меньше плотность газа, тем реже сталкиваются частицы, из которых он состоит. На уровне моря молекулы воздуха сталкиваются друг с другом так часто, что между столкновениями молекула пролетает всего несколько миллионных долей сантиметра. Этот путь называется длиной свободного пробега частицы. На высоте 100 км длина свободного пробега частиц достигает одного метра, а в термосфере на высоте 300 км — до 10 км. Поэтому в термосфере надо говорить не просто о температуре, а о

кинетической температуре частиц. Она измеряется кинетической энергией частиц, их скоростью. Кинетическая энергия частиц в термосфере очень велика, поэтому высока их кинетическая температура. Но эту высокую температуру мы, оказавшись там, были бы не в состоянии почувствовать, поскольку плотность газа ничтожно мала. Более того, та часть нашего тела, на которую не падали бы солнечные лучи, испытывала бы ледяной холод (несмотря на то, что там кинетическая температура достигает многих сотен градусов).

Выше термосферы имеется еще одна сфера — экзосфера ("экзо" — "внешняя"). Эта область атмосферы названа так потому, что находящиеся здесь частицы могут иметь скорости, которые больше первой космической скорости (11,2 км/с). При таких скоростях частицы преодолевают силу земного притяжения и уносятся за пределы земной атмосферы.

Полярные сияния

На Крайнем Севере их называют северными сияниями. В южном полушарии — южными. Поскольку и северные, и южные сияния появляются в полярных широтах, те и другие называют полярными.

Сияние трудно описать. Его надо видеть. Но чтобы дать о нем представление, приведем несколько описаний, которые даны ученым, путешественником, художником.

С. А. Черноус — ученый, изучающий полярные сияния на Кольском полуострове, так описывает сияния: "...полнеба затянуто бледной дымкой, сквозь которую видны звезды. Медленно из этого легкого тумана возникают очертания гигантской дуги—арки, концы ее уходят за горизонт. Внезапно — как порывом ветра — тронуло дугу: в ней появились складки и петли, словно холодная горная река извивается по небу. Еще мгновение — и длинные вертикальные нити-лучи помчались вдоль дуги. Они дрожат, пляшут, кружатся, и над головой повисает настоящая корона. Вдруг все небо взрывается, цветные брызги света рассыпаются во все стороны. Уцелевшие части дуги полощутся как знамена. Вокруг спирали, ленты, факелы, струи... Постепенно их поглощает полярная ночь, а небосвод становится похож на огромным черный ковер, покрытый мерцающими цветами-пятнами... Тем временем на горизонте показались новые дуги..."

Г. А. Ушаков, русский исследователь Северной Земли, в книге "По нехоженой земле" приводит следующее описание полярного сияния: "Небо пылало. Бесконечная прозрачная вуаль покрыла весь небосвод. Какая-то неведомая сила колебала ее. Вся

она горела нежным лиловым светом. Кое-где показывались яркие вспышки и тут же бледнели, как будто на мгновение рождались и рассеивались облака, сотканные из одного света. Сквозь вуаль ярко светят звезды. Вдруг вуаль исчезла. В нескольких местах еще раз вспыхнули лиловые облака. Какую-то долю секунды казалось, что сияние погасло. Но вот длинные лучи, местами собранные в яркие пучки, затрепетали бледно-зеленым светом. Вот они сорвались с места и со всех сторон, быстрые как молнии, метнулись к зениту. На мгновение в вышине образовали огромный сплошной венец, затрепетали и потухли.… Неведомая сила выбросила целый сноп лучей, похожих на полураскрытый веер. Нежнейшие оттенки цветов — красного, малинового, желтого и зеленого — раскрашивали его. Лучи каждое мгновение тоже меняли свою окраску. Один какую-то долю секунды был малиновым, потом стал пурпурным, вдруг окрасился в нежно-желтый цвет, сейчас же перешедший в фосфорически-зеленый. Уследить за сменой окраски было невозможно. Около четверти часа продолжалась эта непередаваемая по красоте игра света”.

Художник Г. Н. Гамон-Гаман в 1936—1939 гг. работал вблизи Мурманска. Он описывает свои впечатления от полярных сияний так: “Однажды мне посчастливилось наблюдать здесь одно из самых замечательных полярных сияний и пережить незабываемые минуты. Это было в ночь на 29 октября 1937 г. Я бродил по снежной долине между валунами. Над горизонтом вдоль Баренцева моря тянулись подобно амфитеатру Кольские фиорды, скалы которых в ночное время особенно грозно вырисовываются своими черными силуэтами. Неожиданно на северо-востоке над обширным темным, но прозрачным куполом неба появилась небольшая светящаяся туманность. Пока она постепенно усиливалась, в некоторых местах неба возникали новые световые пятна. Вскоре они приняли форму лучей, все сильнее и сильнее вырастающих из одного туманного центра. И вот началась феерия: разноцветные лучи, как стрелы, вылетали из зенита и как бы во взаимной борьбе догоняли и тушили друг друга и вновь появлялись на другом месте неба, вспыхивая с еще большей силой и снова разлетаясь цветными зигзагами по всему пространству северо-восточного участка неба. Внезапно все это гигантское дрожащее море красок тускнело, и в нем появлялись провалы темно-фиолетового и синего тона.

Небо стало темным, но из пустой тьмы вскоре засветило ярким ореолом сияние светло-изумрудного тона, занимая еще большее пространство на небосводе и переходя в могучий, широкий огромный поток света. Все небо вспыхнуло раскаленным огнем. Вихри, брызги огня, дрожащие снопы, трепещущие искры, огненные столбы, танец блестящих стрел. Заструился разноцветный

туман, напоминающий не то какое-то огненное чудовище, не то крылья из огня и перламутровой пыли. Вся эта масса многоцветия и блеска соединилась в один огромный небесный пожар... Да, это был небесный пожар холодного огня. Наконец это бурное сцепление, этот магический хаос огненного потока световой материи затих. Еще мгновение, и все потухло... И снова открылись зенитные ворота, и все новые и новые формы небесного фейерверка начали низвергаться среди неба, как будто их кто-то черпал из бездонного цветного блеска.

А в это время внизу, у земли, огненные языки, казалось, заходили за вершины гор и холмов, и отраженные многоцветные огни бегали по оголенным от снега валунам. Причудливые тени, передвигающиеся на освещенном фоне снега, казалось, писали какие-то таинственные знаки на никому неизвестном языке.

Но как красиво заканчивалось это зрелище! На небосводе засветился громадный веер — источник спектральных чудес, который нежно переливался неуловимой гаммой красок, и спокойно и медленно, теряя свою интенсивность, слабел и исчезал. Цепи скал над фиордами стали еще черней и угрюмей... А небо продолжало светиться постоянным неполярным сиянием.

Много раз впоследствии долгими полярными ночами я наблюдал полярные сияния, стараясь проникнуть в тайну последовательности и чередований всех бесчисленных форм этого исключительного явления природы.

Но слишком многочисленны и бесконечно разнообразны в своей многоцветности и конфигурации были каждый раз наблюдаемые мною сияния, чтобы я мог установить какую-нибудь закономерность в процессе сочетаний красок и форм, в непрерывной смене их на небосводе. Да и те изобразительные средства, которые доступны человеку — слова, кисть художника и в особенности фото, — слишком слабы, чтобы полностью передать впечатления от этого явления".

У каждого, кто наблюдал полярные сияния, возникает один и тот же, главный вопрос: что это такое?

Коренные жители Европейского Крайнего Севера называли сияния "лисьим огнем". Полагали, что лиса махнула своим хвостом по снегу и пошли искры вверх, огнем разгорелись. Индейцы Северной Америки считали, что сияния — это отблески далеких костров. Туземцы Новой Зеландии называют полярные сияния большим костром (таху—нуи-а-ранги). Арабский посол, прибывший к царю славян, Ахманд ибн Фарлан наблюдал полярное сияние на Севере, которое он описал так: "Я поднял голову, и вот облако, красное, как огонь, находилось близ меня. Из него исходили шум и голоса, в нем были видны как бы люди и кони, в руках этих фигур

были луки, копья и мечи; я различал и представлял их себе. И вот показалось другое подобное облако, в котором я также видел людей с оружием и копьями, и оно устремилось на первое, подобно тому, как один полк конницы нападает на другой. Мы испугались этого и стали покорно молиться богу, а жители страны издевались над нами и удивлялась нашему действию..."

Викинги Скандинавии считали, что сияния — это блеск одежды богинь-воительниц — валькирий, которые пролетают на своих конях по небу. Валькирии спешат подарить храбрейшим победу, а павших в бою унести.

М. В. Ломоносов задавал вопрос: "Что такое сияние" в стихах:

Что зыблет ясной ночью луч?
Что тонкий пламень в твердь разит?
Как молния без грозных туч
Стремится от Земли в зенит?
Как может быть, чтоб мерзлый пар
Среди зимы рождал пожар?

В своем трактате М. В. Ломоносов так отвечает на эти вопросы: "Весьма вероятно, что северное сияние рождается от происходящей на воздухе электрической силы. Подтверждается сие подобием явления и исчезания, движения, цвета и вида, которые в северном сиянии и в электрическом свете третьего рода показываются". Сияния показаны на рис. 14—21.

Как рождаются сияния? Чтобы ответить на этот вопрос, проследим, что происходит, когда заряженная частица (электрон, протон) пролетает через атмосферу. Частица сталкивается с атомами и молекулами. Столкновение есть столкновение. Оно заканчивается аварией. В ней разрушается атом или молекула. Сама частица остается прежней, меняется только ее энергия и направление движения. Что-то подобное происходит с налетающим бильярдным шаром.

Что может произойти с атомом или молекулой при налете заряженной частицы? При тех энергиях, которые имеют налетающие заряженные частицы, ядро атомов остается невредимым. Меняется только судьба орбитальных электронов.

Пролетающая заряженная частица при столкновении с атомом может выбить из атома один из орбитальных электронов. Легче всего выбить из атома самый внешний орбитальный электрон. Для этого требуется затратить меньше энергии, чем для обрыва электронов из других орбит. Атом, от которого оторван орбитальный электрон, заряжен положительно. Пока атом был целым, этот заряд компенсировался этим электроном. Такой атом называется ионом, положительным ионом. Поэтому весь этот процесс был назван ионизацией, то есть процессом создания ионов.

Рис. 14. *Лучистая дуга полярного сияния. Фото Г. Чернова*

Рис. 15. *Лучистая дуга с завитком. Фото Г. Чернова*

Рис. 16. *Лучистая дуга с завитком. Фото Г. Чернова*

Рис. 17. *Лучистая дуга полярного сияния. Фото Г. Чернова*

Рис. 18. *Две лучистые полосы со складками. Фото Г. Чернова*

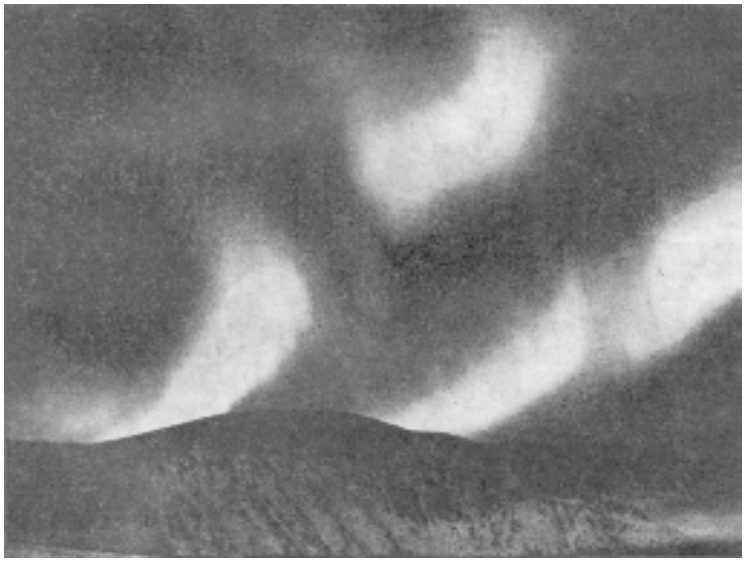

Рис. 19. *Две лучистые полосы со складками. Фото Г. Чернова*

Рис. 20. *Лучистая полоса-спираль. Фото Г. Чернова*

Рис. 21. *Лучистая полоса-спираль. Фото Г. Чернова*

Пролетающие через атмосферу заряженные частицы теряют свою энергию на образование ионов. Оторванные от атомов электроны остаются свободными. Но кроме этого заряженные частицы при взаимодействии с атомами и молекулами вызывают их свечение. Это свечение и является полярным сиянием. Как это происходит?

Налетающая заряженная частица не обязательно отрывает электрон из атома. Для этого ей может не хватить энергии. Она может отдать электрону только небольшую долю энергии. Ее недостаточно, чтобы электрон освободился из атома. Но полученную энергию электрон не может удержать долго. Каждый электрон на каждом своем месте в атоме может обладать только определенной энергией. Поэтому полученную энергию орбитальный электрон должен практически незамедлительно отдать. Если атом часто сталкивается с другими атомами (как в обычном комнатном воздухе), то эту излишнюю энергию электрон отдает другим атомам. Но высоко в атмосфере плотность воздуха очень мала. Там отдать быстро таким путем лишнюю энергию трудно. Поэтому электрон, владеющий этой энергией, освобождается от нее, излучая квант (порцию) света.

При этом все должно быть точно, "как в аптеке". Электрон может принять на время только строго определенную долю энергии. Он должен, если он хочет остаться на прежнем месте, оставить себе только строго определенную энергию. Поэтому он излучает строго определенную порцию энергии. Энергия кванта излучения определяется его частотой, длиной волны. Видимое излучение с разными длинами волн воспринимается нашим глазом как излучение разных цветов.

Атомы кислорода в этом плане отличаются от атомов азота и от атомов любых других химических элементов. Это значит, что на отрыв электронов от атомов различных химических элементов требуется затратить разное количество энергии. Электроны, которые приняли дополнительную энергию, но остаются внутри атома на своей орбите, называют возбужденными. Такое название отвечает существу дела. Но когда возбужденный электрон внутри атома кислорода возвращается в свое основное стабильное состояние, то он излучает кванты света одного цвета (одной частоты, а значит и энергии). Если это происходит с электронами внутри атома азота, то излучаются кванты света другого цвета. Поэтому мы и наблюдаем полярные сияния различных цветов. Подведем итог тому, что нам стало известно о полярных сияниях.

Прежде всего, полярные сияния — это свечение атмосферного газа под действием потоков заряженных частиц. Они наблюдаются там, где имеются такие потоки. Земля и ее атмосфера защи-

щены от потоков солнечных заряженных частиц магнитным полем Земли. Но эта защита не везде надежна. Структура магнитосферы Земли формируется под действием этих потоков. Имеются области в магнитосфере, через которые заряженные частицы все же проникают в атмосферу Земли. Здесь они вызывают полярные сияния. Значит, места, где видны полярные сияния, определяются структурой магнитной оболочки Земли в данный момент. Но поскольку северная часть магнитосферы точно такая же, как и южная, то южные и северные сияния происходят в строго симметричных относительно экватора местах.

Магнитная оболочка Земли меняется непрерывно. Она такова, каковы потоки заряженных частиц, приходящих от Солнца. Эти потоки меняются с изменением солнечной активности. Меняются размеры магнитосферы. Меняется и ее форма. Смещаются и те области, в которых заряженные частицы могут проникнуть к атмосфере Земли. Это значит, что меняются места, где видны полярные сияния.

Если сияния видны в Египте, то это значит, что щели в магнитосфере сместились от полюсов даже сюда. Это могло произойти только в том случае, если магнитосфера была необычайно сильно сжата потоками солнечных частиц. Они должны быть очень-очень большими. Именно в таких случаях, то есть при чрезвычайно высокой солнечной активности, сияния можно было видеть даже в Египте. 8 марта 1970 г. полярные сияния наблюдались в Москве и Ленинграде. Этот случай был необычным. Солнечная активность была очень высокая. Магнитосфера Земли с дневной стороны была ужата потоками солнечных частиц на две трети. Когда же были видны сияния в Египте, ситуация в космосе была чрезвычайная. Мощные потоки солнечных заряженных частиц поджимали магнитосферу почти к самой ее атмосфере! Неудивительно, что эти периоды на века запомнились всем. Менялись все условия на Земле, менялся климат, просыпались вулканы, происходили землетрясения и т. д. Поэтому люди и боялись полярных сияний.

Петр Первый наблюдал полярные сияния 3 октября 1722 г. под Астраханью. Он так записал об этом в своем походном журнале: “Когда смерклось... явилась якобы заря, которою многие чаяли, но потом стала подниматься на горизонт... но только гораздо краснее, так как пожар издали без пламени видится великой. Казалось, якобы по берегам с той стороны камыш горел”.

Хроники сообщают, что в 1111 г. русские князья пошли в поход на половцев. Но войско их было малочисленным. Половцы имели большой перевес в численности. Но вдруг половецкие воины дрогнули в ужасе и отступили. Те из них, кто был полонен, объяс-

нили свое поражение так: "Как можно было с вами бороться, когда над вами ездили в светлых бронях и помогали вам!" Помогало русским воинам северное сияние.

Где же все-таки чаще всего видны полярные сияния? Всегда считалось, что чем дальше на север, тем сияний больше. Но когда стали наблюдать за сияниями специально из многих мест, то оказалось, что это не совсем так. Непосредственно вокруг полюса сияния наблюдаются значительно реже, чем на широте Норильска и Мурманска.

Наблюдения за сияниями с поверхности Земли, а также с помощью искусственных спутников Земли показали, что сияния чаще всего видны в кольце, которое удалено от полюса примерно на полторы тысячи километров. Это огненное кольцо несколько сдвинуто, его центр смещен от полюса в сторону полночи. Значит, оно ближе к полюсу днем и дальше от него ночью. День и ночь "ходит" за Солнцем. Так же поворачивается и огненное кольцо, в котором видны полярные сияния.

Одно такое кольцо (а точнее, овал) имеется над Арктикой. Другое — над Антарктикой. Расположены они симметрично относительно экватора Земли, Но очень любопытно, что и полюса и экватор надо брать не обычные, географические, которые нанесены на глобусе. В данном случае надо брать магнитные полюса и магнитный экватор.

Ионосфера Земли

Заряженные частицы, которые достигают земной атмосферы, создают в ней ионы. Они заряжены положительно: от атома или молекулы отрывается по одному орбитальному электрону. Тут же находятся и оторванные электроны.

Но ионизацию атмосферного газа производят не только заряженные частицы, но и волновое излучение Солнца. Способность волнового излучения проводить ионизацию зависит от энергии квантов этого излучения или, другими словами, от его частоты. Излучение с разными частотами ионизуют атомы и молекулы разных химических элементов, которые входят в состав атмосферы.

Созданные солнечным волновым излучением ионы и электроны определенное время остаются неизменными. Время их существования ученые называют временем их жизни. Но через какое-то время при столкновениях они вновь объединяются в нейтральные атомы и молекулы. Время их жизни отсчитывается от момента их образования в акте ионизации до момента их объединения в атомы

и молекулы. Этот процесс специалисты назвали рекомбинацией. Чем чаще сталкиваются частицы, тем вероятнее, что они исчезнут в процессах рекомбинации, а точнее превратятся в нейтральные атомы и молекулы. Это значит, что чем ниже в атмосфере, тем меньше времени живут ионы и свободные электроны.

Сфера ионов и электронов (ионосфера) образуется не во всей атмосфере, а только на определенных высотах. Падая сверху на атмосферу, солнечное излучение (как волновое, так и корпускулярное), постепенно углубляясь в атмосферу, теряет свою энергию. При этом теряется и его способность проводить ионизацию. Поэтому ниже 100 км ионизация, создаваемая волновым излучением Солнца, в сотни раз меньше, чем на высотах 300—350 км. Ниже 50 км эта ионизация пренебрежимо мала. Таким образом, можно считать, что ионосфера простирается от высоты 50 км и заканчивается на высоте 1000 км. Это цифры приблизительные. Солнечное излучение, которое создает ионосферу, меняется со временем суток, с сезоном, с широтой данного места. Поэтому и ионосфера зависит также от этих факторов. Поскольку в каждой точке земного шара солнечное излучение практически непрерывно меняется, то и ионосфера вокруг всей Земли меняется также непрерывно. Естественно, дирижером всех этих изменений является Солнце.

В средних и низких широтах, куда солнечные заряженные частицы не вторгаются, ионосфера создается только волновым излучением. В высоких широтах, в овалах полярных сияний ионосфера создается и заряженными частицами. Здесь в продолжение длинной полярной ночи атмосфера месяцами не освещается солнечным светом. Поэтому в полярную ночь основным агентом, который создает здесь ионосферу, являются заряженные частицы. Потоки этих частиц одновременно и создают ионосферу и полярные сияния. Поэтому в овалах полярных сияний имеется наибольшее количество ионов и свободных электронов.

Атмосферный газ находится в непрерывном движении. Чем выше, тем скорости этого движения, то есть скорости ветров, больше. У поверхности Земли скорость ветра, равная десяткам метров в секунду, считается очень большой. На высоте 100 км и выше такая скорость считается просто мизерной. Там скорости ветров измеряются сотнями метров в секунду.

Атомы и молекулы атмосферного газа непрерывно сталкиваются с ионами. Поэтому если находятся в движении одни, то со временем приходят в движение и другие. Так что ионосфера, как и атмосфера, находится в непрерывном движении. За время своей жизни образованные ионы и электроны успевают уйти достаточно далеко от места своего образования.

Токи в ионосфере

Обычный воздух не проводит электрический ток. Это и хорошо. Если бы воздух проводил электрический ток, то пользоваться электричеством в технике и быту было бы намного сложнее. Например, любую розетку, в которую попадает воздух, закорачивало бы.

Но если в воздухе создается много ионов и свободных электронов, то он может стать проводником электрического тика. Ведь при этом появятся носители электрических зарядов, без которых не может быть электрического тока. Чтобы возник электрический ток, недостаточно носителей электрических зарядов. Надо еще чтобы действовали силы, заставляющие электрические заряды двигаться. Ведь ток является упорядоченным движением электрических зарядов. Если положительных и отрицательных электрических зарядов, которые движутся вместе, одинаковое количество, то тока не возникнет. Дело в том, что суммарный электрический заряд движущихся частиц равен нулю. Поэтому и ток равен нулю.

В воздухе всегда имеются заряженные частицы — ионы и электроны. Но в разных местах, и особенно на разных высотах, их разное количество. То количество ионов, которое имеется в приземном воздухе, недостаточно для возникновения тока. Но в особых условиях это возможно. Например, во время грозы. Молния как раз и является импульсом электрического тока. Прежде, чем он возникнет, создаются заряженные частицы, образуя своего рода коридор, по которому затем проходит импульс электрического тока.

Чем выше, тем плотность воздуха меньше. Число заряженных частиц, наоборот, с высотой увеличивается, особенно выше 50 км, в ионосфере. Ионы и электроны в ионосфере находятся в непрерывном движении. Но не везде это движение является электрическим током.

Больше всего положительных ионов и электронов находится на высотах 250—350 км. Здесь количество электронов может достигать одного миллиона штук в одном кубическом сантиметре. Точно столько же и положительных ионов. Поскольку положительные ионы и отрицательно заряженные электроны притягиваются друг к другу, то они не могут уйти далеко друг от друга. Если взять какой-либо объем (даже очень небольшой), то весь газ в нем является электрически нейтральным. Каждый положительный заряд иона компенсируется отрицательным зарядом электрона такой же величины. Такой газ называют плазмой. Поскольку свойства такого газа очень сильно отличаются от обычного, то его считают четвертым состоянием вещества.

Собственно, ионосфера и является плазмой. Плазма может состоять только из ионов и электронов. Тогда ее называют полнос-

тью ионизованной. Если кроме ионов и электронов имеются и нейтральные атомы и молекулы, не ионизованные, то ее называют частично ионизованной. Такой частично ионизованной плазмой является ионосфера Земли.

Отличия плазмы от обычного газа особенно разительны в том случае, если плазма находится в магнитном поле. На обычный газ магнитное поле не оказывает никакого влияния. Он движется точно так же, как и в отсутствие магнитного поля. Совсем другое дело плазма. Она состоит из электрически заряженных частиц. А каждая заряженная частица взаимодействует с магнитным полем. Поэтому характер ее движения в присутствии магнитного поля меняется. Как именно?

Под действием силы гравитационного притяжения любая частица в атмосфере будет стремиться падать на Землю, то есть двигаться вертикально вниз. Но если это заряженная частица, то под действием магнитного поля и силы гравитации она будет двигаться не вниз, а горизонтально. Это очень любопытно. Рассмотрим это подробнее.

Если заряженная частица движется поперек магнитного поля, то на нее действует сила (сила Лоренца), которая заставляет частицу двигаться по окружности вокруг силовой линии. С этим мы уже знакомы. При таком движении вокруг силовых линий магнитного поля частицу будет сносить от данной силовой линии в сторону, поперек нее. Это движение называют дрейфом. Если сила, действующая на частицу, направлена вниз, магнитное поле горизонтально и направлено с юга на север, то дрейф заряженной частицы под действием силы гравитации будет проходить в направлении восток—запад. Электроны дрейфуют на восток, а положительные ионы — на запад. Такой результат действия силы гравитации.

Электрические токи в ионосфере текут только там, где электроны и ионы могут двигаться по-разному. Это происходит под действием силы гравитации. В месте падения заряженных частиц вниз они, двигаясь горизонтально, создают электрические токи.

Поскольку кроме заряженных частиц в ионосфере имеются и нейтральные атомы и молекулы, то они мешают заряженным частицам двигаться. При столкновениях заряженных частиц с нейтральными их энергия теряется: передается нейтральным частицам. Эффект такой передачи зависит от массы сталкивающихся частиц. Если массы сталкивающихся частиц одинаковы, то энергия одной частицы может целиком перейти к другой при их столкновении. Если частица с малой массой сталкивается с другой, масса которой в сотни и тысячи раз больше, то энергия передается очень неэффективно. Нельзя, ударяя песчинкой о каменную глыбу, пе-

редать ей всю энергию песчинки. Песчинками в ионосфере являются электроны. Они в тысячи раз легче ионов, атомов и молекул. Поэтому условия их движения не такие, как у ионов.

В ионосфере текут электрические токи. Это стало ясно еще в прошлом веке. Дело в том, что эти токи чувствуются на больших удалениях от них. Как известно, каждый электрический ток создает вокруг себя магнитное поле. Это поле можно зарегистрировать далеко от тока. Когда в прошлом веке измеряли магнитное поле приборами, установленными на поверхности Земли, то пришли к выводу, что где-то высоко в атмосфере должен течь электрический ток. Так впервые ученые пришли к выводу, что в атмосфере Земли должен существовать слой, проводящий электрический ток, то есть ионосфера. Токи в ионосфере текут на высотах 100—110 км. Чем больше там заряженных частиц, тем дольше проводимость плазмы, тем сильнее токи. В высоких широтах, где вторгающиеся потоки заряженных частиц производят ионизацию, проводимость ионосферы выше. Поэтому в овалах полярных сияний (огненных кольцах) текут особенно сильные токи. Общая их сила составляет несколько сот ампер!

Сила этих токов зависит от ионизации атмосферного газа, а она зависит от потоков, которые ее производят. Потоки заряженных частиц меняются в зависимости от изменения солнечной активности. Поэтому, в конце концов, сила ионосферных токов в высоких широтах зависит от солнечной активности. В то же время эти токи создают вокруг себя магнитное поле, которое измеряется приборами, установленными как на Земле, так и на ракетах и спутниках. Поэтому наблюдается такая связь: чем выше солнечная активность, тем больше меняется магнитное поле Земли, тем больше его возмущенность. Точно так же меняется и количество полярных сияний. Это показано на рис. 3.

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

КЛИМАТ И ЕГО ИЗМЕНЕНИЯ

ИСТОРИЯ КЛИМАТА

Говоря о климате всей Земли, оперируют средней температурой на ее поверхности. В отдельных регионах температура может меняться очень значительно. Но когда в одних регионах температура понижается, она повышается в других. Поэтому средняя температура на поверхности Земли при этом меняется незначительно или вовсе не меняется. Если нас интересуют не региональные проблемы изменения климата, а глобальное его изменение, то надо рассматривать среднюю температуру. Она определяется соотношением двух энергий — той, которую Земля получает от Солнца, и той, которую она отдает обратно в космос. Разницу она оставляет себе. Ею и определяется средняя температура на поверхности Земли. Сразу скажем, что эта разница за всю историю Земли изменялась очень незначительно. Другими словами, средняя температура у поверхности Земли за всю ее историю менялась мало. Эти изменения происходили в пределах от 5 до 40 °С. Откуда мы это знаем?

Сделать такой вывод нам позволяет анализ таких фактов. Во-первых, океан на Земле с момента своего возникновения до сих пор существовал всегда — он никогда не вымерзал и никогда не испарялся. Значит, температура не понижалась до 0 °С и не повышалась до +100 °С. Анализ останков растений и животных в древних породах свидетельствует о том, что жизнь никогда не прекращалась, она развивалась в благоприятных условиях — происходило ее непрерывное поступательное развитие. Если бы температура на Земле (средняя) достигала +50 °С, то это было бы невозможным — произошла бы пастеризация, в результате чего большая часть организмов была бы уничтожена в условиях высокой температуры. Но этого не произошло. Следовательно, таких высоких средних температур (+50 °С) на Земле не было. Среднюю температуру Земли сверху

ограничим величиной в +40 °С. Нижняя температура, как мы видели, не могла опускаться до 0 °С. Более того, она не могла быть ниже +5 °С. Если бы это случилось, то на больших пространствах быстро распространились бы ледники, которые сами создают благоприятные условия для своего развития. Это своего рода цепная реакция, в результате чего происходят необратимые изменения. Вот поэтому можно уверенно утверждать, что средняя температура у поверхности Земли за всю ее историю не выходила за пределы от 5 °С до 40 °С. С точки зрения сохранения и развития жизни вообще такие изменения средней температуры вполне допустимые. Можно сказать, что это очень узкий диапазон колебаний температуры, который сохранялся в течение всей истории Земли.

Но если говорить не просто о развитии жизни, а о биосфере, ее характеристиках, то она кардинально менялась, если средняя температура на поверхности Земли менялась на 5—10 °С. В истории Земли эпохи оледенения ("зимы нашей планеты"), которые длились десятки и сотни миллионов лет, сменялись еще более длительными теплыми эпохами.

Каким был климат на Земле в самый давний — архейский период? Анализ отложений этого периода свидетельствует об обилии воды в это время. Атмосфера была агрессивно-восстановительной. Вода морей характеризовалась высокой кислотностью. Это был самый теплый период на Земле. Атмосферный газ содержал большое количество углекислого газа, а также других примесей, которые создавали парниковый эффект. Образовывалась мощная облачность, поскольку при высокой температуре воды океана интенсивно испарялись. Облака закрывали свет, и на поверхности Земли под облаками царил полумрак. К этому добавим, что почти непрерывно гремели грозы и шли обильные кислые дожди и ливни. В определенной мере это та перспектива, которая ожидает нас, если выбросами в атмосферу человечество раскачает ее тепловой баланс и начнется реальный процесс потепления на Земле. Если к этому добавится проникновение губительного ультрафиолета к поверхности Земли (поскольку озонный слой будет разрушен), то трагизм происходящего достигнет своего апогея: не только произойдет необратимое изменение климата, но и перестанет существовать биосфера как таковая. Но вернемся к описанию изменения климата в прошлом. Собственно, мы и делаем экскурс в историю климата с целью найти ответ на вопрос — что нас ждет в результате изменения состава атмосферы, а значит, и энергетического соотношения, что неизбежно должно привести к изменению средней поверхностной температуры Земли.

После описанного выше периода наступила протерозойская эра. В это время начали появляться первые ледники, а значит, и

первые ледниковые отложения. Эта эпоха была учеными названа гуронской, поскольку впервые эти отложения были обнаружены в Канаде в районе озера Гурон. Затем они были обнаружены и в других регионах Земли (в Южной Америке, в западной Австралии).

Ледниковую гуронскую эпоху сменил период потепления, который длился около одного миллиарда лет. За ним последовала вторая эпоха оледенения (гнейсесская). Она сменилась сравнительно теплым периодом, который длился 100—150 млн. лет. Затем произошло новое похолодание и распространение ледников (стертская ледниковая эпоха). После этой ледниковой эпохи последовал период потепления, который сменился третьей эпохой оледенения (вараганской). Все эти три эпохи оледенения укладываются в первый зон — докембрийский.

Что же касается фанерозойского эона, то он начался с теплого кембрийского периода, за которым последовал ордовикский период. В конце этого периода вновь началось оледенение, о чем свидетельствуют обширные отложения тиллитов с гигантскими валунами, которые были обнаружены относительно недавно. Следы ордовикского оледенения обнаружили в 1960-е гг. французские геологи-нефтяники в Западной Африке и в Сахаре. Любопытно, что именно в Сахаре, самой большой пустыне мира, были обнаружены доказательства былого оледенения. Ордовикское оледенение закончилось в селуре. После него наступил длительный теплый период, который длился до каменноугольного периода. В начале этого нового периода начинается новое похолодание. Оно достигло своего апогея примерно 280 млн. лет тому назад. В то время возникли огромные ледниковые покровы и шельфовые ледники над мелкими морями. Плавучие льды покрывали моря, а также пространства вокруг полюсов. Айсберги бороздили воды океанов. Вечная мерзлота широко распространилась на больших пространствах в обоих полушариях. Об этом оледенении свидетельствуют отложения тиллитов. Они обнаружены на огромных пространствах Южной Америки, Южной Африки, Индии, Австралии и Антарктиды. Обнаружены они и в Сибири. Мощность пластов тиллитов достигает сотен метров.

После этого оледенения в конце пермского периода началась теплая эпоха, которая продолжалась до середины кайнозойской эры, а затем вновь наступил период оледенения.

Продолжительность ледниковых эпох определяется достаточно точно с помощью радиоизотопных методов. Эти методы позволяют определять возраст пород, которые затем были покрыты слоем тиллитов. Эти измерения позволили установить, что самая древняя ледниковая эпоха — гуронская. Она началась 2,34 млрд. лет тому назад и закончилась 1,95 млрд. лет назад. Следующая, гнейсесская,

эпоха оледенения имела место 950—900 млн. лет назад. Стертская эпоха оледенения продолжалась от 810 до 715 млн. лет назад. Последняя эпоха оледенения — варангская — длилась от 680 до 570 млн. лет назад. Это речь шла о первом зоне — докембрийском.

Во втором зоне — фанерозойском — первая эпоха оледенения продолжалась от 460 до 410 млн. лет назад. Ее называют ордовикской. После теплого перерыва последовало новое гондванское оледенение, эпоха которого длилась от 340 до 240 млн. лет назад.

Любопытна регулярность эпох оледенения и их большая продолжительность. Ясно, что они не являются случайными эпизодами на Земле. Учеными была высказана мысль, что эпохи оледенения повторяются на Земле с периодом в 150 млн. лет. Они считают, что часть эпох оледенения пока что не обнаружена, поэтому эта периодичность и не подтверждается. Вопрос этот важен, поскольку надо понять причину чередующихся эпох оледенения. На рис. 22 показана схема чередования эпох оледенения, которое происходило в продолжение последнего миллиарда лет. Заштрихованы периоды (эпохи) оледенения. Весьма любопытно, что эпохи оледенения не только чередуются с теплыми эпохами, но за последние 2,5 млрд. лет занимают примерно столько времени, сколько и теплые эпохи. Это в том случае, если в это время включить продолжительность развития и завершения оледенения.

В эпохи оледенения ледниковый покров вначале наступал, затем отступал. Ледники то стягивались к полюсам, то широко распространялись по пространству суши и прибрежных морей. В пределах одной ледниковой эпохи этот колебательный процесс стягивания — расширения ледникового покрова повторялся неоднократно. Поэтому сама эпоха оледенения не однородна во времени.

Следует отметить, что с течением времени в пределах одной эпохи оледенения центры оледенения постепенно смещались. Отнюдь не всегда такими центрами были полюса. По мере вымерза-

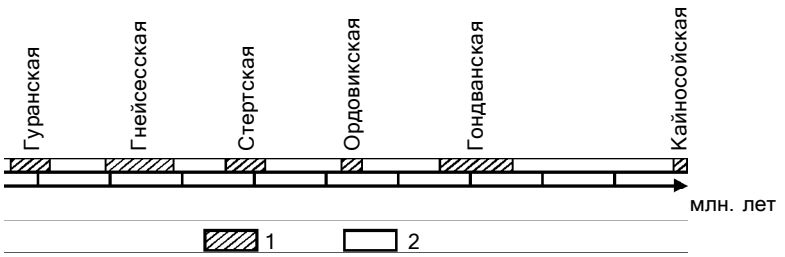

Рис. 22. *Эпохи оледенения последнего миллиарда лет. Эпохи: 1 — оледенения; 2 — теплые*

ния воды в периоды разрастания ледниковых покровов уровень воды в океанах, естественно, уменьшался. Это падение уровня океанов достигало десятков метров. Когда льды таяли, воды в океанах прибавлялось. Ясно, что от уровня воды в Мировом океане зависят очертания и размеры суши — ее то заливает водой, то с нее вода стекает в океан. Размеры суши менялись. Растения и животные полностью зависели от этого процесса. По мере наступления эпохи оледенения теплолюбивые растения и животные сменялись холоднолюбивыми. Потом все возвращалось на круги своя. И так периодически, а точнее циклически все повторялось много раз.

Как видим, эпохи оледенения были очень динамичными в смысле изменения температуры, уровня воды в океане, движения ледников. Это сказывалось на биосфере, на растительном и животном мире. Теплые эпохи были значительно стабильнее. Изменение внешних условий происходило медленнее, средняя температура на поверхности Земли изменялась незначительно. Кстати, разница в значениях средней температуры на Земле в эпохи оледенения и в теплые эпохи составляла не так уж и много, всего 7—10°. Такая разница характерна для условий, когда ледники стягиваются около полюсов. Это в эпоху оледенения. Когда же ледники широко разрастались, то эта разница средних температур на Земле в теплые эпохи и эпохи оледенения достигала 20°. Мы сейчас живем в эпоху оледенения, когда ледники стянуты к полюсам. Средняя температура на поверхности Земли сейчас составляет 15 °С. В предыдущий теплый меловой период средняя температура у поверхности Земли была на 7° выше, то есть она составляла 22 °С. Десятки тысяч лет тому назад ледники разрастались до своих максимальных размеров. Тогда средняя температура у поверхности Земли была ниже современной примерно на 6—10°. Разница ее с такой температурой в теплый меловой период достигала 13—17°.

Таким образом, за последние 2,5 млрд. лет происходили следующие изменения климата на Земле. После теплой архейской эры наступил длительный период чередования теплых и холодных эпох, которые имели различную продолжительность. Это значит, что на Земле в этот период сменяли друг друга два различных устойчивых типа климата. Каждый из них длился десятки миллионов лет. Во время одного климата — теплого — суша и моря были безледными. Во время второго климата — холодного — часть суши и морей была покрыта ледовым панцирем. Ясно, что оба эти климата принципиально отличались друг от друга. Ледники шли от полюсов, то есть в широтном направлении. Поэтому во время оледенелого климата зональные климатические изменения были более резкими, чем во время теплого климата. Так, например, в период гондванского оледенения в его пике ледниковый покров в южном полушарии рас-

ширялся в направлении экватора и достиг широты в 35°. На этой широте находится, например, Буэнос-Айрес. Таким образом, в пики оледенения зона жизни буквально прижималась к экватору. Все остальное пространство было покрыто льдами.

ОТ ЧЕГО ЗАВИСИТ КЛИМАТ

Что такое климат — знают все. Мы только уточним, что климат — это та же погода, усредненная за десятки лет. Когда говорят, что климат влажный, то это отнюдь не значит, что каждый день наблюдается влажная погода. Просто за десять — двадцать лет в данной местности преобладали влажные погоды.

Ясно, что климат, как и погода, поддаются измерению. Измеряют атмосферное давление, температуру и влажность воздуха, направление и скорость ветра, облачность, видимость, осадки (количество и вид), туманы и метели, грозы и другие явления, продолжительность солнечного сияния, температуру почвы, высоту и состояние снежного покрова и многое другое. Это мы перечислили составляющие части климата. Специалисты их так и называют — метеорологическими элементами.

Климат Земли определяется элементами окружающей среды глобального или климатического масштаба. Это океан, атмосфера, суша, солнечное излучение, снежноледниковый покров. Но не только элементы окружающей среды влияют на климат. Климат, в свою очередь, тоже влияет на эти элементы. Если первую связь считать прямой, то вторая является обратной.

Из сказанного выше ясно, что в данном смысле мы имеем дело со сложной системой, которая состоит из многих элементов, связанных между собой. Поэтому специалисты в наше время говорят все чаще о "климатической системе" Земли. А раз "система", то она должна обязательно подчиняться всем законам, которые определяют развитие, состояние, режим жизни систем. Если систему вывести из состояния равновесия, то понадобится определенное (но не любое) время, за которое система или вернется в прежнее состояние, или в ней установится новое состояние. Что именно произойдет при возмущении климатической системы, зависит как от характера и интенсивности возмущения, так и от того состояния, в котором в момент воздействия находилась климатическая система. Климатическая система включает в себя атмосферу, гидросферу (океан и воды суши), сушу (континенты), криосферу (снег, лед и районы многолетней мерзлоты), а также биосферу. Ведущий советский кли-

матолог академик А. С. Монин всю свою жизнь настаивал на том, что эта система является замкнутой. Другими словами, он настаивал на том, что на климатическую систему не оказывают влияния факторы, которые находятся вне системы. Это прежде всего Солнце и его энергия. Абсурдность этого утверждения очевидна, но от позиции ведущего в стране ученого зависит (особенно сильно зависело в советское время) формирование программ и исследований других ученых и институтов. Зарубежные ученые показали, что погода и климат на Земле тесно связаны с изменением солнечной активности, с выбросом из Солнца заряженных частиц различных энергий, с направлением межпланетного магнитного поля к Солнцу или от него. Такие же результаты описаны нами в книге "Космос и погода", выпущенной в свет издательством "Наука" в 1986 г. Мы еще вернемся к этим результатам.

Центральным элементом климатической системы является атмосфера. Через нее человек воспринимает изменение других элементов. Атмосфера есть в любой точке Земли, она глобальна. Другие элементы в той или иной мере локальны. Океан занимает 70,8% поверхности Земли. Суше остается 29,2%. Ледники занимают чуть больше 3% поверхности Земли. Если сюда добавить морские льды и снежный покров, то получится 11%. Биосфера распространена в глобальных масштабах.

Атмосферный газ является всепроникающим. Он находится в состоянии непрерывного обмена с другими элементами климатической системы. Составляющие атмосферного газа растворяются в гидросфере. Из гидросферы они также поступают в воздух, проникают в поры и трещины литосферы. И в свою очередь атмосфера наполняется выбросами вулканических газов и их слабыми потоками из литосферы. В ледниковых покровах также сохраняются атмосферные газы. При таянии льдов в виде пузырьков они освобождаются и поступают обратно в атмосферу. Атмосфера обменивается газами с биосферой в процессе дыхания. Мы далее убедимся в том, что именно биосфера создала в атмосфере кислород. Атмосфера как элемент климатической системы является самой подвижной из всех других элементов.

Надо ли говорить о том, как важна гидросфера, прежде всего Мировой океан, для образования климата? Тепло, масса и энергия движения передаются от атмосферы водам Мирового океана и наоборот. Они соприкасаются друг с другом на 2/3 поверхности Земли. Влагооборот образуется за счет того, что с поверхности океана в атмосферу испаряется значительное количество воды. Поверхностные течения в океане формируются атмосферными ветрами, которые переносят большое количество тепла. Океан является гигантским аккумулятором тепла. Масса океанической воды в 258 раз

больше массы атмосферного газа. Для того, чтобы повысить температуру атмосферного газа на 1 °С, океанической воде надо отдать то же количество тепловой энергии, в результате которого температура воды уменьшится всего на одну тысячную долю градуса. Такие изменения температуры даже трудно измерить.

К сожалению, Мировой океан изучен слабо. Только недавно обнаружены очень важные особенности циркуляции воды в океане. Так, были обнаружены океанические вихри, подобные циклонам и антициклонам в атмосфере. Диаметр этих вихреобразных кольцевых структур достигает 100 километров. Свойства воды в пределах этих вихрей сильно отличаются от свойств воды окружающей их. Обнаружены также поверхностные океанические движения воды (рис. 23). Установлено, что и на больших глубинах вода находится в движении. Таким образом, гидросфера является очень подвижной средой, хотя по сравнению с атмосферным газом скорость движения здесь в десять—сто раз меньше. Средняя скорость океанических движений составляет несколько сантиметров в секунду, тогда как скорость ветра достигает нескольких (а то и десятков) метров в секунду. В верхних слоях атмосферы эти скорости достигают сотен метров в секунду.

Снег и лед (криосфера) также очень важны для формирования климата. Покрывая земную поверхность, они сильно увеличивают отражательную способность Земли. В результате до 90% прихо-

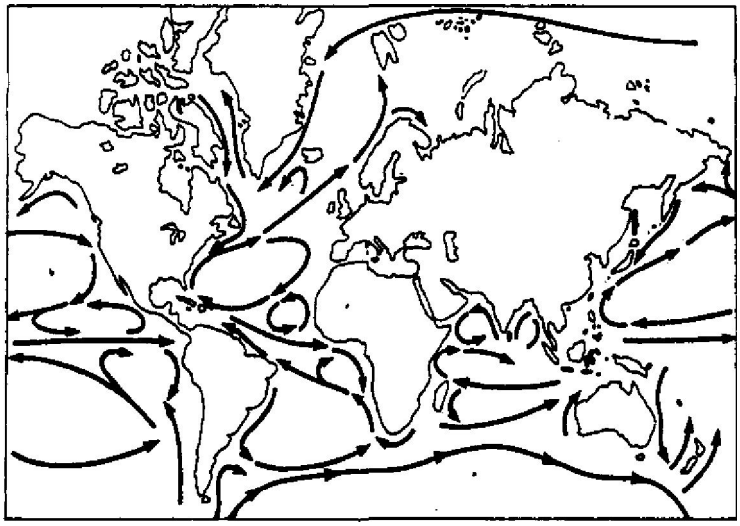

Рис. 23. *Основные поверхностные течения Мирового океана*

дящей от Солнца тепловой энергии этим зеркалом отражается обратно в космос. Усвояемость солнечной энергии участками Земли, которые покрыты снегом и льдами, значительно ниже, чем обнаженных.

Основная масса льда сосредоточена в Антарктиде. Там находится 90% всего льда, который имеется на планете. Но в данном случае главную роль играет не масса льда, а площадь поверхности Земли, на который он рассредоточен. А наибольшую площадь на Земле занимают морские льды и сезонный снежный покров. Морской лед Северного Ледовитого океана сохраняется летом на площади около 8 млн. квадратных километров. Зимой эта площадь увеличивается более чем в два раза. Она в два раза превышает площадь Австралии. Морской лед зимой вокруг Антарктиды покрывает еще большую площадь (почти 20 квадратных километров). Летом площадь, занятая там льдами, в 10 раз меньше.

Снег в среднем за год покрывает до 60 млн. квадратных километров поверхности Земли. Границы как снежного покрова, так и морского льда находятся в непрерывном движении. Непрерывно перемещаются ледники.

Сушу можно считать пассивным элементом климатической системы. Она за короткие промежутки времени меняется мало. Ее изменяют процессы почвообразования, выветривания, эрозии, опустынивания. За десятки и сотни миллионов лет происходит дрейф континентов, что совершенно меняет лик Земли. И не только лик. Меняются все компоненты климатической системы. Скорость дрейфа континентов составляет несколько сантиметров в год.

Биосфера является весьма активным компонентом климатической системы. Действует она на изменения климата по-разному. Так, в периоды вегетации растительного покрова, смены растительных сообществ, расширения и сокращения площади, занятой растительностью, увеличения или уменьшения биомассы ее влияния на изменения климата проявляются по-разному, они проявляются в разных масштабах времени.

Если климатическую систему сравнить с живым организмом, то можно сказать, что роль крови в нем выполняет вода. Она находится в любых фазовых состояниях (пар, жидкость, снег, лед). Вода является переносчиком массы и энергии в климатической системе. Климатическая система, по мнению специалистов, является в большинстве случаев системой саморегулирующейся. Это значит, что многие внешние и внутренние изменения (возмущения) гасятся, затухают.

Самым подвижным компонентом климатической системы является атмосфера. В ней происходят слабые и сильные движения воздуха, а также конвекция. В ней формируются циклоны и анти-

циклоны, зарождаются торнадо и ураганы. В атмосфере дуют устойчивые и неустойчивые ветры, возникают атмосферные волны и с огромной скоростью несутся струйные течения. Атмосфера является наименее инерционным компонентом климатической системы. Она влияет на изменение погоды за секунды, недели, месяцы и годы.

Очень подвижны воды Мирового океана. Поверхностные морские течения тесно связаны с движениями атмосферного газа. В Мировом океане имеются и другие системы течений — придонные, приливно-отливные. Происходят также погружения и подъемы глубинных вод. Эти движения вод называют апвелингом. Одна десятая площади поверхности океана занята этими движениями. На поверхности раздела вод с разной плотностью возникают внутренние волны.

ОБРАЗОВАНИЕ КЛИМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Возраст Земли — 4,6±0,005 млрд. лет. Его определяют весьма точным радиоизотопным методом по возрасту падающих на поверхность Земли метеоритов. Метеориты стали бомбардировать поверхность Земли сразу же после ее образования.

Долгое время считалось, что Земля в свое время была полностью расплавленной. Но сейчас ученые уверены, что этого никогда не было, поскольку никаких следов этого не обнаружено. Следами должны были бы быть мощные древнейшие отложения карбонатных осадков, которые должны были выпадать из атмосферы. Кроме того, из раскаленной атмосферы расплавленной Земли должны были улетучиться благородные газы. Но этого не произошло. Видимо, на то, чтобы расплавить Землю, не хватило тепла. Оно поступало за счет ударов метеоритов, а также за счет радиоактивного распада и движения вещества внутри планеты в вертикальном направлении. При этом более тяжелое вещество опускается вниз, к центру планеты, а более легкое — всплывает вверх. При таком движении выделяется энергия, превращающаяся в тепло. Энергии всех этих источников хватило только для разогревания внутренней части Земли, а также для того, чтобы расплавить ее подверхностный слой. Из этого слоя, то есть из верхней мантии Земли, вырывалась вулканическая лава. Она формировала земную кору. Первоначально образовавшаяся мантия была однородной. Но затем она постепенно стала разделяться на легкоплавкую и тугоплавкую части. Первая часть состояла в основном из базальтов, в которых были растворены газы

и вода. Эта более легкая часть мантии поднималась вверх к поверхности Земли. Затем она через жерла вулканов и трещины разломов изливалась на поверхность. При этом выбрасывались газы и вода в виде пара. Из этих газов и воды затем образовалась атмосфера Земли и Мировой океан.

Через вулканы и сейчас интенсивно выбрасывается вещество. Оценено, что в год таким путем выбрасывается 3—10^{15} грамм вещества. Это вещество и создало земную кору.

Основную часть газовых выбросов при извержении вулканов составляют водяные пары, углекислый газ, сернистый газ, метан (CH_4), аммиак (NH_3), азот и другие газы. Из них и образовалась первичная атмосфера. Она кардинально отличалась от современной. Во-первых, она была очень тонкой. Во-вторых, у поверхности Земли ее температура была равна примерно 5 °С. В условиях такой (низкой) температуры водяной пар превращался в жидкую воду — так постепенно образовался Мировой океан и вся гидросфера. В то же время появились снег и лед (то есть криосфера).

Ученые установили, что первичная атмосфера Земли состояла наполовину из метана; 35% приходилось на углекислый газ и 11% на азот. Кроме того, она содержала пары воды и другие газы. Кислорода в то время в атмосфере вообще не было. В атмосферу вместе с вулканическими газами попадали кислые дымы. Это соединения водорода с хлором, фтором и бромом. Они растворялись в каплях воды, которая была в облаках, и выпадали в виде дождя слабых кислот на поверхность Земли. Такой же путь прошли соединения серы и аммиак. Появились кислотные ручьи и реки, текущие по базальтам. При этом из пород базальтов извлекались щелочные и щелочноземельные металлы. Это калий, натрий, кальций, магний и другие. Извлекалось и железо.

Процесс, как говорится, пошел, и масса атмосферы быстро увеличивалась. Из атмосферы интенсивно вымывались хорошо растворимые и активные газы. И в ней стало увеличиваться содержание газов, которые обладают парниковым эффектом. Поэтому температура у поверхности Земли стала расти. Это способствовало увеличению облачного покрова и содержания пара в атмосфере. Под действием солнечного излучения из молекул воды на верхней границе атмосферы стал выделяться кислород. Стало возможным окисление активных газов атмосферы. Аммиак, метан и другие газы растворились в водах Мирового океана. В результате растворения в воде углекислого газа образовывались бикарбонатные и карбонатные ионы. Они связывались с кальцием и, выпадая в осадок, образовывали слои карбонатов. Так значительная часть газообразного вещества, совершив кругооборот, вновь возвращалась к земной коре в виде отложений. Например, в земную кору вернулось 80% угле-

кислоты, которая из недр Земли поступила в атмосферу. Поэтому можно сказать, что земная кора формировалась и за счет взаимодействия океана и атмосферы.

Если бы первичная атмосфера содержала кислород, то жизнь в таких условиях не могла бы возникнуть. Дело в том, что в таких условиях первичные органические вещества были бы кислородом окислены тут же и окиси превратились бы в неорганические.

Первичный океан состоял из воды с резко выраженной кислой реакцией. Эта вода представляла собой смесь разбавленных кислот с преобладанием угольной кислоты и большим содержанием кремниевой кислоты. По мере связывания металлов и образования солей кислотность воды в океане понижалась. Таким образом, ни на суше, ни в морях и океанах в то время пресной воды не было.

Что касается суши, то в первоначальный период она занимала большую часть поверхности Земли, чем сейчас. Она представляла собой оголенный грунт, который сформировался вулканическими отложениями — базальтами, туфами, вулканическими бомбами. В то время на суше и на море дышали огнем цепи вулканов. Многие участки поверхности Земли были усыпаны метеоритными кратерами. Поверхность суши была покрыта узором срединно-океанических хребтов. По осям они были разбиты рифтовыми долинами — провалами с крутыми стенками. На дне этих провалов практически не было земной коры. Из этих мест вытекала раскаленная лава, били фонтаны горячих минерализованных гейзеров, дымились выбросы газов. Такие гигантские трещины опоясывали весь земной шар. Они разделяли земную кору на несколько гигантских плит. Эти плиты перемещались, наползали друг на друга и расходились. В тех случаях, когда одна плита подвигалась под другую, формировались горные поднятия. При этом нижняя плита погружалась в недра и частично снова переплавлялась. В этих местах создавалась более мощная и более легкая континентальная земная кора.

Такая первичная климатическая система (атмосфера — океан — суша — криосфера) просуществовала примерно один миллиард лет. Она существенно изменилась после того, как на Земле зародилась жизнь. Вернее, не зародилась, а приняла определенные формы. Дело в том, что жизнь на Земле существует столько, сколько существует сама Земля. Это подтверждают факты.

Так, в Гренландии были найдены образцы кварцитов, возраст которых составлял 3,8 млрд. лет. Это древнейшие из пород, обнаруженные на Земле. Исследования показали, что в тончайших средах кварцитов, из которых сложены древнейшие породы, имеются шарообразные и удлиненные пустоты. Их наблюдали под микроскопом. В этих пустотах были обнаружены фрагменты стенок, которые имели явные признаки принадлежности к одноклеточным орга-

низмам. Значит, жизнь на Земле начала развиваться задолго до этого. К тому моменту (3,8 млрд. лет назад) она успела уже пройти стадию доклеточного формирования, а также стадию перехода от органического вещества к живому существу.

Атмосфера Земли стала принципиально меняться с момента появления микроскопических водорослей, которые осуществляли фотосинтез органических веществ из углекислоты и воды. При этом выделялся свободный кислород. Все это было возможным под действием солнечного света. Ультрафиолетовое излучение Солнца в наше время задерживается атмосферой. При том составе атмосферы оно проходило беспрепятственно к земной поверхности. Поэтому первые организмы смогли сохранить свою жизнь только в воде на такой глубине, куда ультрафиолет не проникал. Как известно, именно озон, которому посвящена данная книга, задерживает ультрафиолетовое излучение Солнца и сохраняет нам и всему живому жизнь. Разрушив озонный слой, мы рискуем загнать жизнь глубоко в воды Мирового океана.

Озон образуется из кислорода. А кислорода в первоначальной атмосфере не было. Поэтому не было и озонного слоя. Кислород в атмосферу стали поставлять микроорганизмы, похожие на современные сине-зеленые водоросли. С началом их возникновения атмосфера начала кардинально меняться. Это произошло примерно 3 млрд. лет назад.

Вначале образующийся кислород расходовался на окисление атмосферных и растворенных в океане активных газов — метана, сероводорода, аммиака, а также серы. Молекулярный азот образовался в процессе окисления аммиака, растворенного в океане. Образованный молекулярный азот явился источником азота в современной атмосфере. Количество кислорода в атмосфере постепенно увеличивалось. Окислительные процессы привели к появлению сульфатных осадков — гипсов.

Примерно полтора миллиарда лет назад в атмосфере создалось кислорода около 1% от нынешнего его содержания. Поэтому стало возможным возникновение организмов, которые при дыхании перешли к окислению. Это аэробные организмы (аэро — воздух). При таком способе дыхания высвобождается значительно больше энергии, чем при анаэробном брожении. В это время в атмосфере начинает формироваться озонный слой. Он задерживает часть ультрафиолетового излучения, и жизнь в океане и водоемах поднимается ближе к поверхности. Водный слой толщиной в один метр надежно защищал живые организмы от ультрафиолетового излучения.

Содержание кислорода в атмосфере постепенно увеличивалось (примерно 600 млн. лет назад оно составляло десятую часть от нынешнего). Поэтому озонный слой увеличивался. Это усиливало за-

щиту жизни от ультрафиолета. И действительно, примерно с этого времени начался настоящий взрыв жизни. Вскоре на сушу вышли первые самые примитивные растения, что способствовало более быстрому увеличению количества кислорода. Через какое-то время оно достигло современного уровня. Есть мнение, что его было еще больше. Но оно стало постепенно уменьшаться. Не исключено, что этот процесс уменьшения кислорода в атмосфере продолжается и в наше время. Изменение количества кислорода в атмосфере обязательно вызовет изменение количества углекислого газа.

Океан также менялся. Изменялся его состав. Находящийся в воде аммиак окислялся. Изменились также формы миграции железа. Сера была окислена в окись серы. Из хлористо-сульфитной вода стала хлоридно-карбонатно-сульфатной. Большое количество кислорода оказалось растворенным в воде океана. Там его стало в 1000 раз больше, чем в атмосфере. Появились новые растворенные соли. Масса воды океана продолжала расти. Но этот рост замедлился по сравнению с первыми этапами. Изменение во времени массы воды показано на рис. 24. Это привело к затоплению срединно-океанических хребтов. Эти хребты в Мировом океане были открыты только во второй половине нашего столетия.

На суше в это время происходили разительные перемены благодаря появлению растительности. Это существенно изменило отражательные свойства суши, а также режим увлажнения. Изменился характер испарения влаги, поскольку изменилась шероховатость земной поверхности, покрытой растительностью. По-другому стали протекать процессы выветривания и формирования осадочных пород.

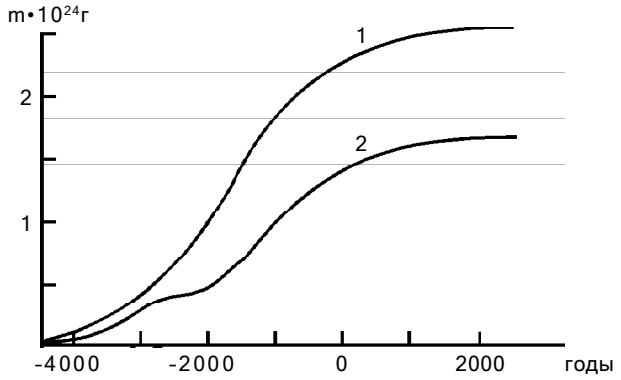

Рис. 24. *Изменение во времени массы воды (т). 1 — суммарная масса воды, дегазированной из мантии; 2 — масса воды в гидросфере*

Поверхность Земли, занятая ледниками, сильно менялась. Она то сильно увеличивалась, то уменьшалась.

Так в конце концов сформировалась климатическая система. Очень большую роль в этом сыграл фактор жизни. Об этом свидетельствуют такие факты. За 10 миллионов лет фотосинтез перерабатывает массу воды, которая равна всей гидросфере. Примерно за 4 тысячи лет обновляется весь кислород атмосферы, а всего за 6—7 лет поглощается вся углекислота атмосферы. Это значит, что за все время развития биосферы вся вода Мирового океана прошла через ее организмы не менее 300 раз. Кислород за это время возобновлялся не менее одного миллиона раз.

Современная климатическая система выглядит следующим образом. Атмосфера имеет массу, равную $5,3 \cdot 10^{21}$ г. Она состоит из молекулярных азота и кислорода, аргона, углекислого газа, неона, гелия и метана. Основная масса атмосферы сосредоточена в нижних слоях. Половина массы находится в толще высотой 5 км, 2/3 — в тропосфере, а в двухкилометровой толще находится 9/10 всей массы.

Основное влияние на климатические условия различных районов и всей Земли оказывают процессы в тропосфере. Это поглощение солнечной радиации, формирование потока теплового излучения в инфракрасной (длинноволновой) области спектра, общая циркуляция атмосферы, влагооборот, который связан с образованием облаков и выпадением осадков. Важны и химические реакции. Движение воздушных масс и развитие циркуляции в глобальном масштабе связано с тем, что на разных широтах (в тропическом поясе, полярных и умеренных широтах) земная атмосфера получает разное количество солнечной энергии. В тропиках идет отток теплого воздуха вверх от земной поверхности и по направлению к полюсам. В полярных районах из-за охлаждения воздуха он устремляется вниз к поверхности Земли и движется затем в сторону экватора. Так образуются ячейки Гадлея. Но эти ячейки не являются устойчивыми. Прежде всего из-за вращения Земли, которое приводит к тому, что в умеренных широтах воздух при движении от экватора поворачивает на запад и так образует западный перенос. Так образуются циклоны и антициклоны. Они захватывают теплые массы воздуха на юге и холодные на севере и дальше продолжают движение, вращаясь против часовой стрелки (антициклоны) или по часовой стрелке (циклоны). Размер атмосферных вихрей составляет около 5000 км в поперечнике. Такими вихрями переносится тепло между полюсами и экватором.

Всю совокупность крупномасштабных движений в атмосфере называют общей циркулярной атмосферы. Она весьма сложная.

Стратосфера также оказывает влияние на формирование климата. В стратосфере находится слой аэрозолей — мельчайших твердых и жидких частиц, которые изменяют поток солнечного излучения, частично поглощая и рассеивая его. В стратосфере находится и озонный слой.

ПОЧЕМУ МЕНЯЛСЯ КЛИМАТ?

Точно на этот вопрос мы ответить не можем. Но существует много гипотез и суждений, которые рассматривают различные возможные причины такого изменения. Все гипотезы о причинах наступления эпох оледенения можно поделить на две группы. Одни из них пытаются объяснить этот факт причинами, которые находятся вне Земли. Это естественно, поскольку основной источник энергии, тепла, от которого зависит климат, находится вне Земли. Это Солнце. Эти гипотезы исходят из того, что поток солнечной энергии мог почему-то существенно меняться. Поэтому менялось и количество тепла, которое получала от Солнца Земля.

Почему Солнце может (могло) менять присылаемую на Землю энергию? Во-первых, нельзя исключить, что процессы внутри Солнца протекают с определенной периодичностью, причем длительность этих периодов составляет сотни миллионов лет. Почему бы и нет? Меняется же активность Солнца с периодами в 11, 22, 33, 90, 200, 600, 2000 лет. От уровня солнечной активности зависит количество энергии, которую посылает Солнце в околосолнечное пространство в виде солнечных заряженных частиц. Почему не может быть такой (но с более продолжительным периодом) периодичности в изменении энергии, которую посылает Солнце в околосолнечное пространство в виде волнового излучения — видимого света, рентгеновского и ультрафиолетового излучения? Исключить такую возможность никак нельзя.

Но причину уменьшения энергии, которая проходит к Земле от Солнца, можно искать и вне Солнца. Можно рассуждать так: Солнце излучает все время одинаково. Но периодически попадает в некую черную (пыльную) полосу, и в результате часть энергии рассеивается и до Земли не доходит. Возможно и такое, но это менее вероятно и менее обосновано, чем предположение о периодических процессах внутри Солнца. Тем более что такие процессы с меньшими периодами налицо. Но они касаются изменчивости солнечной энергии, которая переносится солнечными заряженными частицами. Специалисты-солнечники считают, что за время су-

ществования Земли, то есть за 4,6 млрд. лет, светимость Солнца монотонно увеличивалась, не проявляя колебательных изменений. За все время это возрастание составило примерно 25—30% первоначальной величины. В это сейчас все верят, хотя ясно, что столь существенное (на одну треть) увеличение энергии, которую Земля получает от Солнца, не должно было остаться без последствий — Земля должна была с течением времени нагреваться все больше и больше. Нетрудно рассчитать, что если приходящая от Солнца к Земле энергия увеличится на 1%, то это должно вызвать увеличение средней температуры у поверхности Земли на 1 °С. Это значит, что если светимость Солнца увеличилась за всю историю Земли на 30%, то ее средняя температура должна была за это время возрасти на 30 °С. Но этого не произошло.

Что же касается пыли, в облако которой попадает Земля и экранируется от солнечной энергии, то эта пыль могла бы появиться в результате прохождения кометы на очень близком расстоянии от Земли. Из хвоста кометы должна посыпаться пыль. Что касается комет, то достаточное количество их проходит на разных удалениях от Земли. Ежегодно 5 комет проходит на расстоянии от Земли, которое равно удалению Солнца от Земли. Это расстояние принято за единицу длины и называется астрономической единицей. Применяя законы теории вероятностей, можно получить, что у всего этого сонма пролетающих за миллионы лет комет один раз примерно в сто миллионов лет комета пронесется мимо Земли так близко, что сильно запылит ее окрестности, прежде всего ее атмосферу. Если эта пыль находится в погодном слое атмосферы (то есть под облаками), то дождями и вообще осадками она достаточно быстро вымывается из атмосферы и осядет на поверхности Земли, после чего больше не будет влиять на поток энергии, приходящий к Земле от Солнца.

Вторая группа гипотез ищет причину оледенений не в изменении потока солнечной энергии, которая достигает Земли, а в разной усвояемости этой энергии Землей. Идея состоит в том, что почему-то время от времени в околоземном пространстве (в атмосфере Земли) создаются такие условия, при которых солнечная энергия утилизируется значительно хуже и температура существенно понижается. Причину такого изменения усвояемости энергии можно искать только в атмосфере, где происходит сортировка солнечной энергии: часть энергии атмосфера отсылает обратно в космос, часть пропускает к поверхности Земли нетронутой, а часть потребляет сама, прежде всего для собственного обогрева, а точнее нагрева. Но эта способность атмосферы зависит от ее состава, а состав атмосферы Земли за всю ее историю изменялся весьма радикально. Не все составляющие атмосферы играют одинаковую роль

в смысле перераспределения солнечной энергии. Важную роль в этом отношении играет углекислый газ CO_2, хотя его абсолютное количество в атмосфере ничтожно мало — всего 0,03% объема.

Углекислый газ в атмосфере работает как пленка на теплице по принципу: впускать, но не выпускать. Приходящие к поверхности Земли солнечные лучи проходят атмосферу беспрепятственно. Это свет. Конечно, часть его рассеивается из-за мутности атмосферы. Световая энергия частично поглощается и нагревает Землю. Часть солнечной энергии отражается земной поверхностью (сушей и водной поверхностью) обратно в атмосферу и далее в космос. Нагретая Земля, как и любое нагретое тело, начинает излучать. Но получив световую энергию, она излучает тепловую. Это инфракрасное, или ультрафиолетовое излучение. Это излучение, уходящее от Земли, и задерживает CO_2. Если бы CO_2 в атмосфере не оказалось, то средняя температура на поверхности очень существенно снизилась бы. При этом на Земле наступили бы условия эпохи оледенения.

Из сказанного выше ясно, откуда у нас столь повышенный интерес к CO_2 в атмосфере. Ведь углекислый газ в атмосфере может не только уменьшиться, что угрожает нам ледниками, но и увеличиться, что угрожает нам затоплением, поскольку при сильном потеплении начнут таять ледовые шапки на полюсах. И то и другое плохо. CO_2 лучше не трогать. Но как обеспечить его стабильность? Откуда он берется? Основная масса углекислого газа находится в океане. Его там в 50 раз больше, чем в атмосфере. Поставляет углекислый газ в атмосферу и биосфера. Но самое большое его количество скрыто в земной коре. Он вырывается оттуда время от времени вместе с вулканическими извержениями. Ясно, что в настоящее время установилось некоторое, хотя и весьма хрупкое, равновесие между всеми источниками углекислого газа. Если такое равновесие нарушается, то количество CO_2 в атмосфере должно измениться со всеми вытекающими отсюда последствиями. При этом неизбежно на Земле произойдет изменение климата.

Нельзя исключить, что в прошлом количество углекислого газа в атмосфере изменялось так, что это вызывало сильное похолодание, оледенение. Можно представить себе такую последовательность событий. Биосфера Земли развивалась таким образом, что постепенно утилизировала ("съедала") всю углекислоту. Вернее, она ее переводила в такие формы, которые не восстанавливали количество углекислого газа в атмосфере. Например, углекислота трансформировалась в отложения карбонатов, угля и других пород органического происхождения, которые содержат углерод. Если так происходило, то наступала эпоха оледенения. Условия для биосферы становились неблагоприятными, и биомасса постепенно сокращалась. Сокращались и ее потребности в углекислом газе. Значит,

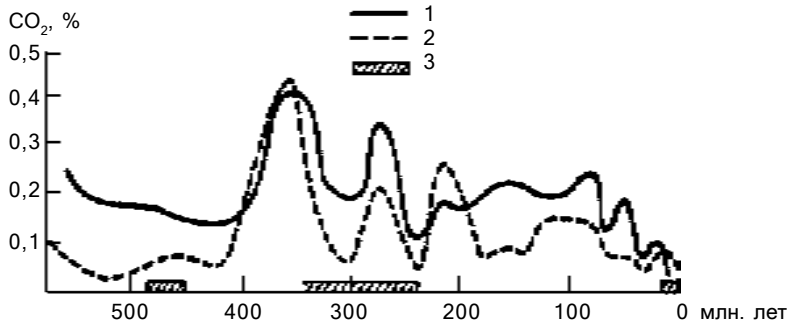

Рис. 25. *Изменения содержания CO_2 в атмосфере, в течение фанерозоя. 1 — изменения CO_2; 2 — вулканическая активность; 3 — эпохи оледенения*

он стал снова постепенно накапливаться в атмосфере, которая поэтому получила возможность утилизировать солнечную энергию. А дальше все снова, через 100 млн. лет, повторялось. Это своего рода естественные качели. Правда, при таком развитии событий период качания не обязательно должен быть постоянным. Наоборот, более естественно, что он должен изменяться. И действительно, специалисты считают, что в продолжение фанерозоя (то есть периода жизни) основным регулятором количества в атмосфере кислорода и углекислого газа была именно биосфера. Ведущая роль в этом принадлежит биомассе океанов.

По скорости образования углеродсодержащих отложений на континентах можно рассчитать, как изменялся во времени химический состав атмосферы в фанерозое. Оказалось, что за последние 600 млн. лет было несколько всплесков увеличения количества кислорода и углекислого газа в атмосфере Земли. Более того, периоды повышенного количества CO_2 достаточно хорошо совпадают с периодами теплых эпох, а периоды уменьшения количества CO_2 — с эпохами оледенений. Это показано на рис. 25. Любопытно, что изменения количества CO_2 не очень большие, тогда как результат от такого изменения в переменах климата — налицо. В проведенных расчетах принято, что количество CO_2 в атмосфере меняется в результате изменения вулканической активности. Сама вулканическая активность была определена по количеству вулканических пород за тот же период времени. Она также показана на этом рисунке (пунктирная кривая). Колебания вулканической активности согласуются с изменением количества углекислого газа. Это подтверждает правильность предположения о том, что в формировании всплесков увеличения количества CO_2 вулканическая активность

играет определяющую роль. Логически получается, что теплые эпохи на Земле связаны с повышенной вулканической активностью, а нормальным климатом на Земле является как раз холодный климат в эпохи оледенения.

Вулканическая активность является результатом процессов термической (тепловой) конвекции в недрах Земли. Эти процессы, действительно, выявляют определенную периодичность, ритмичность. Теоретические исследования показывают, что длительные эпохи относительного покоя длятся 100—150 млн. лет. В это время развивается оледенение. Эти эпохи покоя сменяются эпохами активности, которые известны как тектоно-магматические эпохи. Они длятся относительно недолго — обычно миллионы лет. Хотя некоторые совпадения во времени между периодами потепления и периодами вулканической активности имеются (это видно и на рис. 25), тем не менее считать это доказанным нельзя, поскольку нет полного соответствия между похолоданием — потеплением, с одной стороны, и процессами термической конвекции — с другой. Тут "работает" еще один механизм изменения теплового режима Земли. Когда уровень Мирового океана максимальный, то значительная часть суши оказывается под водой (до 40% по сравнению с современной). Отражательная способность поверхности Земли уменьшается (вода хуже отражает свет, чем поверхность суши). Значит, энергии отражается меньше и она идет на нагрев вод океана, а также суши. Температура при этом повышается. Когда площадь суши увеличивается, то происходит обратное — больше солнечной энергии отражается и температура понижается.

Изменение уровня Мирового океана в течение фанерозоя показано на рис. 26. Видно, что уровень менялся на сотни метров. Столь продолжительные изменения глубины Мирового океана обусловлены процессами в недрах Земли, которые вызывают движение

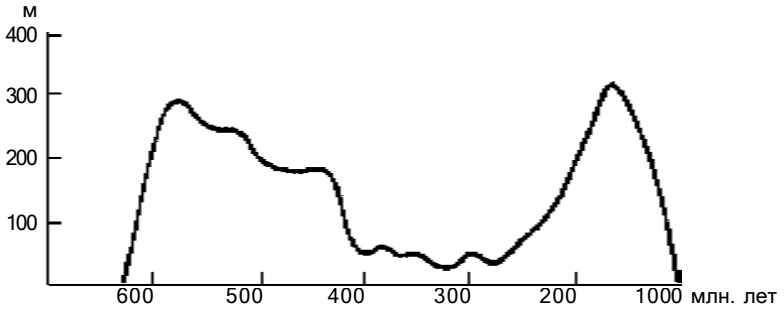

Рис. 26. *Изменения уровня Мирового океана (трансгрессии и регрессии) в течение фанерозоя (для территорий СССР и США)*

литосферных плит, а также изменения конфигурации, размеров и глубины океана. Те изменения уровня океана, которые обусловлены наступлением и отступлением ледников, имеют продолжительность в сотни и тысячи раз меньше.

Крупномасштабные изменения глубины Мирового океана, которые длятся сотни миллионов лет, обусловлены изменением скоростей приращения литосферных плит в районах рифтовых долин срединно-океанических хребтов. Дело в том, что при быстром раздвижении плит вновь образующаяся океаническая кора не успевает остывать и поэтому формирует "мелкий" океан. Поскольку количество воды неизменное, то часть ее должна выплеснуться на сушу и затопить ее. Когда же скорость приращения литосферных плит уменьшается, то образовавшаяся океаническая кора постепенно остывает и сжимается. Поэтому океан становится "глубоким". При этом воде хватает места в океане — она оставляет сушу.

Перемещение материков по поверхности Земли в составе литосферных плит также оказывает огромное влияние на изменения климата за продолжительные промежутки времени. Как известно, материки перемещаются, и современная их конфигурация и положение совсем не похожи на то, что было, скажем, 150 млн. лет назад. Ясно, что со временем и нынешняя картина изменится.

Былое расположение материков можно восстановить по геофизическим данным. Легче всего это сделать для фанерозойского зона. Любопытно, что следы оледенения специалисты находят почти на всем протяжении Африки — от северной до ее южной оконечности. Значит ли, что в былые времена ледники достигали даже экватора? Отнюдь нет. Не ледники достигали экватора, а сама Африка в какие-то периоды устремлялась от экватора навстречу ледникам. Кстати, ученые установили, что всегда в периоды оледенений один из материков должен находиться в районе полюса. Когда происходило замещение воды сушей (у полюса появлялся материк), то увеличивалась отражательная способность поверхности Земли, а значит, температура понижалась (происходило образование льдов). К тому же районы полюсов получают наименьшее количество солнечной энергии. Поэтому у полюсов осадки выпадают в виде снега. Весь снег не тает, из года в год он накапливается и превращается в лед. Так формируется около полюсов ледниковый покров — своего рода глобальный холодильник. Он и оказывает влияние на климат всей планеты.

Совсем по-другому развиваются события в том случае, если на полюсе оказывается не материк, а океан. Тогда ледниковый покров возникнуть не может. Поэтому у полюсов температура в теплую эпоху не должна быть ниже нуля градусов, а на экваторе не более 30 °С. В настоящее время у одного полюса — южного — нахо-

дится материк (Антарктида), а у северного полюса — океан. Над океаном, в Арктике, в 3,5 раза теплее, чем над материком в Антарктике. Так выражается влияние океана у полюса.

История движения континентов такова, что то они вместе составляли один суперконтинент, то они расходились в разные стороны. Это просто не могло не вызывать изменения климата хотя бы уже потому, что менялась отражательная способность земной поверхности. Значит, менялось количество энергии, поглощаемой Землей, которая шла на нагрев. В одной из самых теплых эпох фанерозоя — в мезозое — единый суперконтинент — Пангея — располагался по обе стороны экватора. В результате средняя температура поверхности Земли была на КГС выше, чем сейчас.

Конвективное движение мантии может образовывать или одну конвективную ячейку, или две таких ячейки. Но обе эти структуры конвекции являются неустойчивыми, и одна переходит в другую. Ученые предполагают, что за все время существования Земли уже пять раз существовала одноячеистая структура конвекции. При такой структуре конвекции все материки объединяются в один суперматерик, который затем при переходе к двухъячеистой структуре раскалывается на части. Эти отдельные материки дрейфуют в сторону вновь возникших нисходящих потоков в мантии. Самая большая тектоно-магматическая активность Земли имеет место в эпохи установления одноячеистой конвекции. В моменты перехода от одноячеистой структуры к двухъячеистой эта активность минимальна. В периоды, когда установится двухъячеистая структура, активность занимает промежуточное положение.

В эпохи повышенной тектоно-магматической активности происходит горообразование и общее повышение суши. Это ведет к тому, что степень усвоения солнечного излучения уменьшается. В результате температура понижается. Так ученые пытаются объяснить наступление эпох оледенения. Но это только еще одна гипотеза.

В настоящее время не вызывает сомнения одно — формирование эпох оледенения и потепления связано с процессами перестройки активности недр Земли. Эти процессы на поверхности Земли выражаются как движение литосферных плит с ускорением или замедлением скоростей приращения, как развитие вулканизма и горообразования, как объединение и разъединение континентов, как изменение площади и глубины океанов и, наконец, как изменения состава атмосферы и эволюционное развитие биосферы. Движущейся силой в данном случае выступает активность недр Земли. Усиливаясь или ослабляясь, эта активность вызывала изменение способности климатической системы усваивать солнечное излучение.

ВЛИЯНИЕ НА КЛИМАТ ДВИЖЕНИЯ ЗЕМЛИ

Климат на Земле зависит от количества той энергии, которую Земля получает от Солнца. Примером являются сезонные изменения погоды. Сезонные изменения на Земле вызваны тем, что Земля по-разному подставлена под солнечные лучи. Для того, чтобы солнечная энергия лучше всего была воспринята данной поверхностью, надо, чтобы эта поверхность была перпендикулярна солнечным лучам. Те места на Земле, которые перпендикулярны солнечным лучам (или почти перпендикулярны), получают больше всего солнечной энергии. Ясно, что они располагаются вблизи экватора, в экваториальном поясе Земли. Они смещаются от экватора к северу или к югу в зависимости от того положения, которое занимает Земля при своем движении вокруг Солнца.

Но количество солнечной энергии меняется не только с сезоном. Поступающая к Земле энергия от Солнца зависит от угла наклона солнечных лучей по отношению к поверхности Земли и от расстояния Земли от Солнца. На самом Солнце (и в его недрах) происходят процессы, в результате которых меняется солнечная энергия. Значит, от этих процессов зависит и величина той энергии, которую Земля получает от Солнца. Эти процессы на Солнце определяют его активность, солнечную активность.

Значит, если мы хотим разобраться в том, почему меняется климат, или, другими словами, почему меняется поступающая от Солнца к Земле энергия, то должны проанализировать, как меняется во времени расстояние от Земли до Солнца, как Земля подставлена под солнечные лучи и какова активность самого Солнца. Прежде всего надо иметь в виду, что земная орбита меняется периодически. Все планеты Солнечной системы движутся вокруг Солнца по эллиптическим орбитам. Но сами эти эллипсы не остаются постоянными, неизменными. Так, эллипс, по которому движется Земля вокруг Солнца, периодически меняется. Меняется эксцентриситет этого эллипса — земной орбиты. Это значит, что при движении вокруг Солнца расстояние Земли от Солнца меняется еще и потому, что меняется форма самого эллипса. Другими словами можно сказать, что траектория Земли вокруг Солнца становится время от времени более вытянутой. Такое положение повторяется с определенными периодами: 90—100 тысяч лет, 425 тысяч лет и 120 тысяч лет. Это значит, что с такими периодами меняется удаление Земли от Солнца. А поступающая к Земле от Солнца энергия зависит от этого удаления, она обратно пропорциональна квадрату расстояния от Земли до Солнца. Это значит, что если это расстояние увеличилось бы вдвое, то энергия уменьшилась бы в четыре раза.

Ученые рассчитали, как менялась орбита Земли за 30 миллионов лет в прошлом и как она будет меняться в течение одного миллиона лет в будущем. В этих расчетах и были установлены приведенные выше периоды изменения эксцентриситета эллипса — орбиты Земли.

Как должен меняться климат на Земле в результате того, что эллиптическая траектория Земли то вытягивается, то сокращается, то есть в результате изменения эллиптичности орбиты Земли? Если бы климат на Земле менялся только из-за изменения эллиптичности орбиты Земли, то в северном полушарии зимой летние сезоны должны были бы быть более длинными и прохладными. В южном полушарии летние сезоны должны были бы быть более короткими и теплыми, а зимы — холодными и более длинными. Когда земной эллипс вытягивается максимально, сезонные контрасты должны увеличиваться. Такие условия были примерно 20 тысяч лет назад, когда земной эллипс был максимально вытянут. Такая ситуация повторяется примерно через 90—100 тысяч лет. Сейчас же орбита Земли медленно приближается к своей наименьшей эллиптичности, то есть она больше будет похожа на окружность, чем на эллипс. И различия условий летом и зимой постепенно уменьшаются.

Изменение эллиптичности орбиты Земли за последние полмиллиона лет показано на рис. 27. Степень вытянутости эллипса (орбиты Земли) характеризуется величиной, которая была названа эксцентриситетом. Чем больше эта величина, тем более вытянут эллипс. Как известно, эллипс в отличие от окружности имеет два центра. Чем дальше они удалены друг от друга, тем эллипс более вытянут. Если оба центра эллипса сближаются постепенно так, что совпадают друг с другом, то эллипс превращается в окружность. Сейчас происходит приближение центров земного эллипса. Это значит, что эллиптическая орбита Земли все больше и больше приближается к форме окружности. По этой причине (одна из причин) климат на Земле холодает. Из рисунка ясно, что мы постепенно приближаемся к новой ледниковой эпохе.

Однако положение Земли относительно Солнца меняется не только из-за изменения вытянутости земной орбиты. Одновременно меняются и другие характеристики движения Земли и ее положения в пространстве относительно солнечных лучей.

Плоскость, в которой находится траектория Земли, то есть в которой Земля движется вокруг Солнца, не совпадает с плоскостью экватора Земли. Другими словами, ось вращения Земли не является перпендикулярной плоскости, в которой Земля движется, плоскости эклиптики. Это наглядно показано на рис. 28. Собственно, именно поэтому на Земле и существуют сезоны — зима,

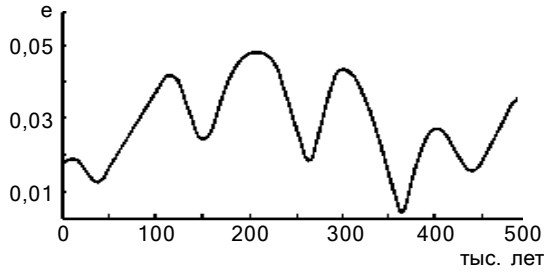

Рис. 27. *Изменение эллиптичности орбиты Земли за последние полмиллиона лет*

весна, лето и осень. Но это не все. Оказывается, что наклон оси вращения Земли не остается постоянным. Он все время меняется. Но не произвольно, а по определенному закону. Изменения наклона оси вращения Земли происходят таким образом, что через определенное время все повторяется, возвращается на круги своя. Это время равно 41 тысяче лет. Скажется ли это на климате Земли? Обязательно. Точно так же, как наклон оси вращения Земли. Он является причиной сезонного изменения погоды и климата. Разница только в том, что сезонные изменения видны быстро, за какие-то один-два месяца. А изменения климата, обусловленные изменением этого наклона, скажутся за более продолжительное время — за тысячи лет. Весь круг изменений замыкается по истечении 41 тысячи лет. Затем все повторяется.

Если мы хотим оценить, как эти изменения наклона оси Земли скажутся на изменении климата, мы должны знать, насколько значительны эти изменения наклона. Ученые рассчитали их на многие миллионы лет назад и вперед. Часть этих результатов (за последние 500 тысяч лет) показана на рис. 28. Из рисунка ясно видна периодичность изменения наклона оси Земли. Период равен примерно 41 тысяче лет. Эти изменения почти в два с половиной раза происходят быстрее, чем изменения вытянутости эллиптической орбиты Земли. Это видно из сравнения рис. 27 и 28. Как видно из рис. 28, изменения угла наклона оси Земли весьма ощутимые. В течение полупериода (20 тысяч лет) этот угол меняется примерно на 2,6°. Таковы законы механики, согласно которым вращающееся тело меняет угол наклона оси вращения в том случае, если ось вращения тела не перпендикулярна плоскости движения тела. В этом вы можете убедиться с помощью детской игрушки — юлы, раскрутив ее так, чтобы ее ось была наклонена относительно поверхности пола или стола. Понаблюдайте за ее движением и за какие-то минуты увидите то, что происходит с Землей за десятки тысяч лет.

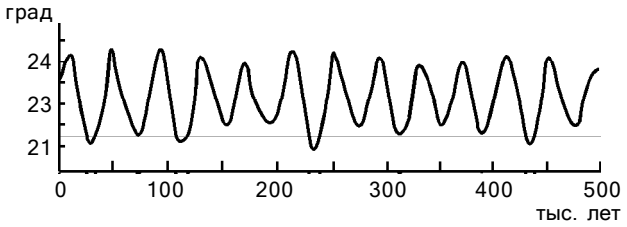

Рис. 28. *Изменение наклона оси Земли за последние 500 тысяч лет*

Какие же изменения климата должны вызвать периодические изменения угла наклона оси вращения Земли? Ученые исследовали этот вопрос и пришли к следующему заключению. Когда угол наклона оси вращения Земли максимальный (это было 8—10 тысяч лет назад), то климат должен быть теплым. Именно 8—10 тысяч лет назад это и наблюдалось на Земле. Это было золотое время земного климата — время "климатического оптимума", по терминологии ученых. Мы постепенно движемся к моменту, когда угол наклона оси Земли станет минимальным. Этот момент наступит примерно через 20 тысяч лет. Из простой логики следует, что чем меньше угол наклона оси Земли, тем меньше разница между сезонами. Если бы этот угол стал равным нулю, то есть если бы ось Земли была строго перпендикулярной плоскости траектории Земли, то сезоны исчезли бы вообще. Поэтому от года к году разница между сезонами должна постепенно уменьшаться. И так в течение 20 тысяч лет. В конце этого периода она станет минимальной. После этого все начинается сначала. Угол наклона оси Земли будет расти, а разница между сезонами будет также увеличиваться. Это значит, что будет увеличиваться разница между энергиями, которые получают от Солнца северное и южное полушария. Надо обратить внимание на то, что изменения в энергии за счет изменения угла наклона оси Земли одинаковы по величине в обоих полушариях — северном и южном. В первом случае, когда мы рассматривали влияние на климат вытянутости эллиптической орбиты Земли, это влияние в северном полушарии отличалось от такого же влияния в южном полушарии. Это важно, поскольку климат меняется не только потому, что Земля в целом получает меньше или больше энергии от Солнца, но и потому, что эта энергия по-разному распределена по всей земной поверхности. Изменяя места максимального и минимального нагрева атмосферы и земной поверхности, вы тем самым изменяете характер и интенсивность атмосферной циркуляции, то есть меняете погоду и климат. Поэтому обязательно надо знать, как именно распределена по поверхности Земли поступающая от Солнца энергия. Без этого вы не сможете установить характер климата и его изменения.

Специалисты оценили, насколько важными для климата являются изменения угла наклона оси вращения Земли. Они получили, что средняя энергия солнечного излучения — инсоляция (от слова solar — солнечный) — летом на широте 45° изменяется на 1,2% на каждый градус изменения угла наклона оси Земли. При изменении угла наклона от среднего значения на 2,6° (амплитуда изменения угла наклона оси Земли) инсоляция изменится на 3%. Именно такие изменения угла наклона имели место за последние 500 тысяч лет. Эти изменения инсоляции зависят очень сильно от широты места на Земле. Если мы сдвинемся на север от 45° на 20°, то инсоляция (при изменении угла наклона на один градус) изменится уже не на 1,2%, а на 2,5%. При амплитуде изменения угла наклона оси Земли в 2,6° амплитуда изменения инсоляции на 65° составит уже 6,5%. А это немало. Такие изменения поступающей солнечной энергии атмосфера Земли не может не почувствовать. Поэтому, когда угол наклона земной оси максимальный, околополярные области нагреваются больше и ледники должны отступать. Средние и низкие широты также нагреваются, но в меньшей мере. Когда же угол наклона земной оси уменьшается, ледники должны наступать, поскольку полярные области недополучают весомую часть причитающейся им энергии. Энергетические убытки при этом средних и экваториальных широт меньше. Как мы уже говорили, в настоящее время угол наклона оси Земли постепенно уменьшается, в результате чего различие между летом и зимой уменьшается. Но не только это. Грядет похолодание и наступление ледников.

Положение Земли относительно Солнца меняется и вследствие прецессии орбиты Земли. Эффект прецессии проявляется с периодом в 21 тысячу лет. Характерно для него то, что он проявляется одинаково (в одной фазе) в северном и южном полушариях. Кроме того, этот эффект не зависит от широты. В настоящее время Земля и Солнце ближе всего находятся друг от друга в январе, когда в южном полушарии в разгаре лето. Но 10 тысяч лет назад такое расположение Земли и Солнца друг относительно друга имело место в июле, то есть когда было лето в северном полушарии. Еще через 10—11 тысяч лет все вернется к начальному состоянию — Земля и Солнце будут ближе друг к другу в январе. А дальше все будет повторяться с периодом в 21 тысячу лет.

Но раз меняется расстояние между Землей и Солнцем, то неизбежно меняется и поступающая от Солнца к Земле энергия. А это не может не сказаться на изменении климата (с периодом 21 тысяча лет). Какие изменения климата это вызовет? Через 10—11 тысяч лет, когда минимальное расстояние между Землей и Солнцем будет в июле, следует ожидать, что лето в южном полушарии и зима

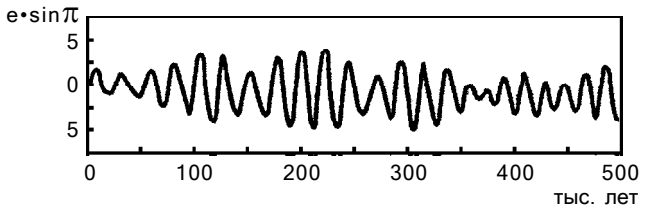

Рис. 29. *Изменение прецессии земной орбиты и наклона оси вращения за последние 500 тысяч лет*

в северном полушарии будут холоднее, чем сейчас. В то же время зима в южном полушарии и лето в северном полушарии станут теплее, чем сейчас. Как изменялась прецессия земной орбиты за последние 500 тысяч лет, показано на рис. 29.

Мы уже говорили, как меняется солнечная энергия, приходящая к Земле (инсоляция) за счет изменения угла наклона оси Земли. Ясно, что надо к этим изменениям добавить и те, что обусловлены изменением вытянутости эллиптической орбиты Земли, а также за счет существования прецессии орбиты Земли. Специалисты оценили изменение инсоляции за последние 500 тысяч лет за счет всех трех указанных изменений в положении Земли относительно Солнца. Расчеты были проведены для трех широт на Земле — 75°, 55° и 65° северного полушария. Результаты расчетов оказались на редкость интересными. Они показали, что чередование ледниковых и межледниковых эпох удивительно хорошо согласуется с теми периодами, с которыми происходит изменение вытянутости эллиптической орбиты Земли, изменение угла наклона оси вращения Земли, а также прецессии. Когда были сложены вместе изменения солнечной энергии, получаемой Землей, которые происходят за счет указанных трех эффектов, то оказалось, что они составляют примерно 5%, если отсчет ведется от средних летних значений. Климатологи знают, что это отнюдь не мало.

Таких изменений энергии вполне достаточно для того, чтобы перевести климат Земли из состояния "климатического оптимума" (когда был рай на Земле) в состояние ледникового оцепенения. Климатологи утверждают, что изменениями инсоляции такой величины (5%) можно вполне объяснить изменение климата на Земле за последний миллион лет. Все они сходятся на том, что достаточно изменить поступление солнечной энергии на несколько процентов (но это должно происходить длительное время) для того, чтобы на Земле наступила эпоха крупного оледенения. То же самое можно проделать и в обратном порядке — увеличить солнечную энергию на несколько процентов и освободить Землю от

ледников. Это наглядно подтверждается данными, представленными на рис. 30. Там приведены изменения инсоляции за последние 500 тысяч лет. Период увеличения солнечной энергии (инсоляции) четко совпадает с периодом климатического оптимума, который имел место 8—10 тысяч лет назад. Период уменьшения инсоляции совпадает с последним ледниковым периодом. Но не только эти периоды совпадают. И другие эпохи потепления и похолодания климата в прошлом совпадают с периодами увеличения и уменьшения инсоляции соответственно. Ученые рассчитали, что через 11 тысяч лет инсоляция уменьшится по сравнению с современной примерно на 5%. Это значит, что Земля окажется в ледниковом периоде.

Выше мы говорили о климате на всей Земле, о глобальном климате. Но надо иметь в виду, что за счет описанных эффектов меняется не только общая величина поступающей к Земле солнечной энергии. Меняется и характер распределения этой энергии по всей поверхности Земли. А это обязательно вызовет изменение широтных контрастов температуры. Ясно, что в результате этого изменится характер циркуляции атмосферы. Все это обязательно надо учитывать при проведении расчетов, хотя сделать это очень непросто. Иначе не следует требовать от результатов расчетов аптекарской точности. Преувеличение значения модельных расчетов чревато неправильным представлением об исследуемых процессах.

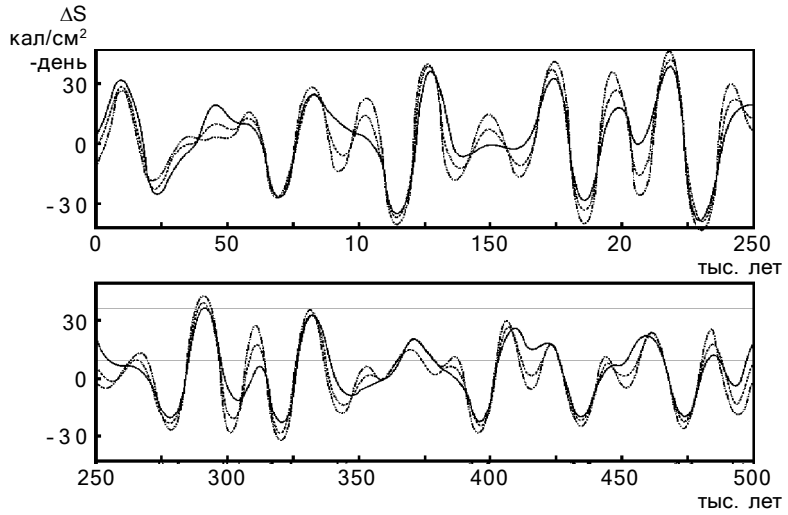

Рис. 30. *Временной ход летней инсоляции за последние 500 тысяч лет*

В заключение рассмотрения этого вопроса завяжем узелок на память: сейчас Земля находится в фазе межледниковья и приближается к очередной эпохе оледенения со средней скоростью уменьшения инсоляции порядка 0,2—0,4% за одну тысячу лет.

ВЛИЯНИЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НА КЛИМАТ

Мы рассмотрели, как меняется поступающая к Земле солнечная энергия за счет движения нашей планеты. Но она меняется и потому, что Солнце излучает разное количество энергии в разное время. Это зависит от его активности. Мы описали эту проблему в книге "Космос и погода". Дело в том, что большинство наших отечественных метеорологов и климатологов стараются это влияние не замечать, хотя им все труднее и труднее оправдывать свою консервативную позицию. В книге "Космос и погода" мы показали, что погода на Земле радикально меняется каждый раз, когда наша планета при своем движении вокруг Солнца пересекает границу секторов межпланетного магнитного поля, в которых магнитное поле направлено противоположно. На рис. 31 показано изменение солнечной активности, начиная с 1755 года. Солнечная активность выражена в числах Вольфа. Из рисунка видно, что периоду "климатического оптимума" в X—XIII вв. (1100—1250) соответствовал максимум чисел Вольфа. Другими словами, когда Солнце было наиболее активно и излучало наибольшее количество энергии, на Земле был климатический рай (климатический оптимум). Когда же солнечная активность была на очень низком уровне (1450—1700), на Земле был малый ледниковый период. В пределах этого периода были два интервала с чрезмерно низкой солнечной активностью. Это 1460—1550 гг. и 1645—1715 гг. Первый называют минимумом солнечной активности Спорера, ученого, который детально его исследовал. Второй называют минимумом Маундера, который много писал об этом периоде (исследовали его другие ученые). В оба эти периода с чрезвычайно низкой солнечной активностью на Земле наблюдался наиболее холодный климат даже по сравнению с климатом в другие годы малого ледникового периода. Кстати, похолодание в 1812—1921 гг. также четко совпадает с минимумом солнечных пятен.

Сопоставляя данные об изменении климата и об изменении солнечной активности, не надо искать точного совпадения тех и других изменений. Пришедшая от Солнца энергия не может в один миг сдвинуть огромные ледники, растопить их и нагреть воды Ми-

рового океана. Все происходит постепенно. Эффект от изменения приходящей солнечной энергии или от ее дефицита накапливается и затем прорывается при достижении определенной фазы. Что же касается ледников, то они действительно двигаются не по команде. В каждом регионе свои условия, которые влияют как на зарождение и рост ледников, так и на их полное или частичное исчезновение. Так, максимум наступления альпийских ледников приходится на 1760—1790 гг. В горах Кебнекайсе в Северной Швейцарии ледники были наиболее активны в 1780 г. Ледники в Норвегии и Исландии максимально развились в 1740—1750 гг. В 1850—1860 гг. наблюдался максимум в активизации ледников в Исландии, Норвегии, Северной и Южной Америке.

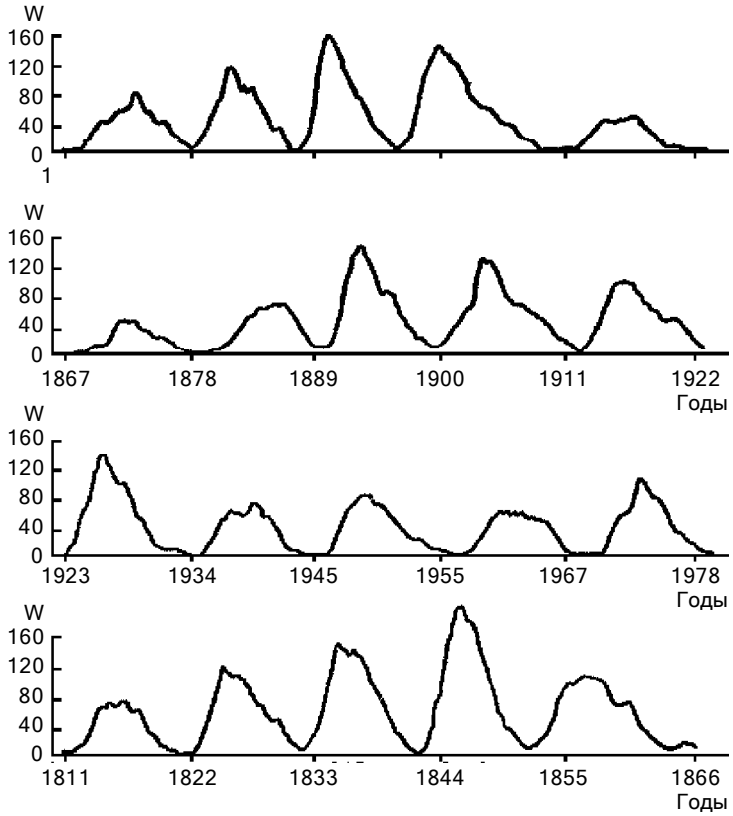

Рис. 31. *Характеристика циклов солнечной активности, выраженная в числах Вольфа*

Задача состоит не в том, чтобы объяснить все изменения климата только изменчивостью солнечной активности. Мы рассмотрели, какое значение для изменения климата имеет характер движения Земли (эллиптичность ее орбиты, наклон ее оси и прецессия). Влияют на изменение климата и другие факторы, о которых мы будем говорить. Задача состоит в том, чтобы правильно оценить роль каждого из этих факторов и научиться предсказывать, какие изменения климата могут вызвать те или иные эффекты, в частности связанные с Солнцем. Что же касается солнечной активности, то установлена достоверная связь между ее изменениями в последнем тысячелетии с изменениями климата на Земле.

Солнечная активность определенным образом связана с гравитационным действием планет Солнечной системы. Что же касается связей за короткие периоды, то представляют интерес такие данные. С 1958 по 1963 г. глобальная приземная температура воздуха выявила отрицательную корреляционную связь с солнечной активностью. Но в последующие годы характер этой связи постепенно менялся и в 1974—1975 гг. связь стала положительной, то есть при увеличении солнечной активности температура растет. В 1880—1972 гг. наблюдалась положительная корреляционная связь между величиной полезной потенциальной энергии северного полушария и 11-летним циклом солнечной активности. В 30—40-е годы нашего столетия эта связь несколько ослабла. То же наблюдалось и в начале 70-х гг.

С 22-летним солнечным циклом положительно коррелировала летняя температура воздуха у поверхности за весь период с 1750 по 1830 г., а также с 1860 по 1880 г. После 1880 г. связь оказалась более сильной с 11-летним циклом солнечной активности. Однако в некоторые периоды эта связь нарушалась, например, между 1830 и 1860 гг.

Температура в тропиках также выявляла связь с солнечной активностью. Она была отрицательной в 11-летний цикл солнечной активности вплоть до 1920 г. Затем в течение 30 лет эта связь стала положительной. Нарушения связи имели место между 1920 и 1925 гг. До 1922 г. наблюдалась отрицательная связь между температурой приземного слоя воздуха в Аделаиде (Австралия) и 22-летним циклом солнечной активности. После 1922 г. эта связь нарушилась.

Уровень воды в озерах, реках и Мировом океане также выявляет корреляционную связь с уровнем солнечной активности. Например, уровень воды в озере Виктория положительно коррелировал с 11-летним циклом солнечной активности в период с 1880 по 1930 г. Ясно, что уровень воды в озере свидетельствует о количестве осадков. После 1950 года связь уровня воды в озере Виктория с

11-летним циклом солнечной активности восстановилась, но она стала отрицательной. За почти столетний период с 1888 по 1973 г. имелась сильная корреляционная связь между западно-восточным смещением центра Исландского минимума и 22-летним циклом солнечной активности. Исключение составлял только интервал от 1923 по 1943 г.

Мы могли бы продолжить перечисление результатов, полученных разными учеными при исследовании связи солнечной активности с процессами в атмосфере и гидросфере, которые определяют собой погоду и климат. Но и приведенных данных достаточно для того, чтобы убедиться, что вопрос не так прост, как некоторым ученым хотелось бы. Они считают, что если связь не является простой, то ее и вовсе нет. Но рассудите сами. Если под действием солнечной энергии в одном месте атмосферный воздух будет нагрет, то изменится движение воздуха в окрестности. Если этот нагрев (или охлаждение) велик, то может измениться атмосферная циркуляция во всем регионе или же на всей Земле. Но вытесненному из одного места воздуху деться некуда — он движется в другое место. Значит, если в одном месте давление падает, то в другом оно неизбежно увеличивается, поскольку вся масса воздуха сохраняется неизменной. На этом примере становится понятным, почему в одном месте связь с солнечной активностью может быть положительной, тогда как в другом месте в это же время она отрицательна. Но циркуляция атмосферы меняется. Поэтому в определенные периоды перехода циркуляции атмосферы от одного режима к другому связь и вовсе трудно проследить. Это не значит, что она исчезла, что ее нет. Просто ее трудно выявить с помощью математического аппарата корреляционного анализа. Приведенные выше примеры связи погоды и климата с солнечной активностью говорят о том, что ограничиваться только поиском корреляционных связей в таком сложном вопросе, как изменение климата, нельзя. Надо к анализу привлекать и другие конкретные физические данные, позволяющие проследить, куда и как распределилась поступающая от Солнца энергия, какие изменения в атмосфере и гидросфере она вызвала и т. д. Ясно, что эти изменения будут разными в разных регионах. Поэтому вместо того, чтобы отмахиваться от проблемы, отрицать проблему влияния солнечной активности на погоду и климат, надо проводить непростой многопараметрический анализ взаимосвязи многих климатических элементов между собой и одновременно их связи с солнечной активностью.

Кстати, надо иметь в виду, что солнечная активность, как мерило солнечной энергии, которая приходит к Земле, связана не только с температурой приземного воздуха или воздуха в верхней атмосфере, но и с другими явлениями в атмосфере. Например, была

установлена сильная корреляционная связь между уровнями солнечной активности и количеством гроз. Для Сибири эта связь в 1888—1924 гг. оказалась очень даже сильной (коэффициент корреляции равнялся 0,88 при максимальном его значении 1,0, когда связь однозначная, полная). В других районах мира эта связь между числом гроз и солнечной активностью слабее.

Напомним еще раз, что и количество озона зависит от солнечной активности. В частности, после солнечных вспышек количество озона в атмосфере Земли резко меняется.

Климатологи исследовали связь появления засух с разными фазами солнечной активности. Такие связи были установлены. Но в одних регионах они отрицательные, а в других в это же время положительные. Из того, что мы говорили выше, это и понятно: в одном месте число осадков убывает, зато оно прибывает в другом. Поэтому в этих двух регионах и связи с солнечной активностью будут выявлять противоположные знаки: в одном регионе связь положительная, а в другом — отрицательная.

Надо иметь в виду и еще одно обстоятельство. Изменения в атмосфере зависят не только от того, какая дополнительная энергия поступила, но и от того, в каком состоянии в данный момент находилась сама атмосфера. Поэтому проблема изменения климата и связи этого изменения с солнечной активностью еще больше усложняются. Но тем не менее решать ее надо. А для этого надо глубже вникать в физическую суть всех процессов, протекающих не только на разных уровнях атмосферы и гидросферы, но и во всей магнитосфере Земли, в околоземном космическом пространстве и, обязательно, на Солнце. Солнце не только было, но и остается для Земли богом.

Раз уж мы говорим (и это так на самом деле), что погода и климат на Земле определяются энергией, поступающей от Солнца, то имеет смысл более детально проанализировать, как меняется эта энергия во времени. Было время, когда ученые были убеждены, что эта энергия и вовсе не меняется, поэтому они ее так и назвали — солнечная постоянная. Этот термин вы встретите в каждой книжке по метеорологии. Что же собой представляет солнечная постоянная? Это то количество солнечной энергии, которое приходит на верхнюю границу атмосферы в течение одной минуты. Но не на всю границу, а только на один квадратный сантиметр, причем эта площадка должна быть расположена поперек солнечных лучей. По мере проникновения вглубь атмосферы солнечная энергия постепенно теряется в различных процессах поглощения и рассеяния. Поэтому, чтобы узнать, сколько пришло энергии от Солнца к Земле, нужно измерить ее еще до того, как она начнет расходоваться. Почему выбрали одну минуту и один квадратный санти-

метр? Это чистые условности. Важно, чтобы их придерживались все, в противном случае величина энергии будет различной.

Солнечную постоянную измеряли с помощью аппаратуры, установленной на высотных самолетах (предельная высота равна 12 км), на баллонах (высоты 27—35 км), на ракетах (наибольшая высота при измерениях достигала 82 км). Ясно, что все эти измерения проводились ниже верхней границы атмосферы, хотя казалось бы, что там плотность атмосферного газа столь мала, что им можно пренебречь. На самом деле это не так. Пренебрегать нельзя ничем, поскольку даже при малой плотности газа часть энергии будет потеряна при взаимодействии с атомами и молекулами газа. Поэтому были проведены измерения солнечной постоянной с помощью аппаратуры, установленной на космических кораблях (за пределами земной атмосферы). Все данные измерений были обработаны, и получилась официальная величина солнечной постоянной, которую используют во всех инженерных и космических расчетах. Она равна 1,940+0,03 кал/см^2 мин. Если измерять энергию не в калориях, а в ваттах, то солнечная постоянная равна 1356±20 Вт/м^2. Чтобы не писать очень малое число, площадку увеличили от 1 см^2 до 1 м^2, то есть в 10 тысяч раз. Для простых (обыденных) оценок достаточно величину солнечной постоянной брать равной двум калориям (в одну минуту на один квадратный сантиметр).

Выше солнечная постоянная записана с добавкой "плюс — минус". Это значит, что официально допускается ее изменение на полтора процента, то есть допускается ее непостоянство. Этим непостоянством и заинтересовались ученые. Если оно значительное, то оно (то есть изменение поступающей от Солнца энергии) может вызывать наблюдаемые изменения климата. Если же оно пренебрежимо мало, то с ним не стоит возиться — никаких последствий в атмосфере Земли наблюдаться не должно.

Измерения солнечной постоянной с помощью аппаратуры, установленной на космических кораблях, позволили установить, что ее величина изменяется с изменением солнечной активности. Изменяется, но не намного, примерно на 0,1—0,2%. То, что эти изменения невелики, не должно успокаивать. Специалисты считают, что при определении длительных изменений климата их надо обязательно учитывать.

Имеется несколько (а, возможно, и много) путей влияния солнечной активности на погодные процессы в атмосфере. Как мы уже говорили, с повышением солнечной активности увеличивается поток солнечных заряженных частиц. Эти частицы, проникнув в магнитосферу Земли, достигают ее атмосферы и вызывают там ионизацию атомов и молекул атмосферного газа. Потоки солнечных заряженных частиц при своем движении через атмосферу вы-

зывают образование окислов азота. Окислы азота вступают в реакции с участием озона. Кроме того, окислы азота изменяют характер поглощения солнечного ультрафиолетового излучения. Это значит, что часть ультрафиолетового излучения, пришедшего от Солнца, поглощается. Это равноценно тому, что уменьшилось бы ультрафиолетовое излучение на Солнце. В конце концов для климатических элементов не важно, где теряется солнечная энергия. Важно, сколько энергии доходит до атмосферы. Специалисты эту измененную за счет атмосферных процессов солнечную постоянную называют метеорологической солнечной постоянной.

Солнечная энергия рассредоточена на разных частотах (разных длинах волн). При изменении солнечной активности энергия на разных частотах меняется по-разному. На некоторых длинах волн (например, 0,18 мкм) амплитуда изменения достигала 37,6%. А это не может не сказаться на процессах в атмосфере.

На атмосферу действуют и космические лучи, которые выбрасываются из Солнца после хромосферной вспышки. Собственно, это не лучи, а потоки высокоэнергичных заряженных частиц. Они практически беспрепятственно проскакивают верхнюю ионосферу и застревают в атмосфере в основном ниже 90 км. Там эти солнечные частицы производят ионизацию. Собственно, именно они создают самую нижнюю ионосферу. С изменением погоды и климата это связано следующим образом. При воздействии солнечных заряженных частиц происходит не только ионизация атомов и молекул, но и запускаются химические реакции с образованием окислов азота. Это в свою очередь меняет характер поглощения солнечного излучения атмосферой. Другими словами, меняется величина метеорологической солнечной постоянной. Но описанный эффект зависит от широты, поскольку движение заряженных частиц направляется магнитным полем Земли. Чем ближе к магнитному полюсу, тем легче заряженные частицы проникают в атмосферу. Время от времени на Солнце происходят особые вспышки, во время которых выбрасываются потоки высокоэнергичных протонов. Эти вспышки так и называются — протонными. Высокоэнергичные солнечные протоны проникают в области, окружающие магнитные полюса, — в полярные шапки. Эти протоны производят ионизацию атомов и молекул на высотах нижней ионосферы. Кроме того, они нагревают атмосферный газ, то есть их энергия преобразуется в энергию теплового движения частиц атмосферного газа. Этот эффект был назван “выпучиванием” атмосферы в полярных областях. Некоторые специалисты считают, что именно в результате этого нагревания происходит углубление Исландского минимума и усиление движения атмосферного газа в направлении восток — запад, то есть усиление западно-восточного переноса.

В атмосферу Земли проникают не только солнечные заряженные частицы. Сюда приходят заряженные частицы, выбрасываемые из других звезд галактики. Потоки этих заряженных частиц называют галактическими космическими лучами. Эти заряженные частицы вызывают в атмосфере те же эффекты. Но поскольку они приходят в нашу планетную систему извне, их интенсивность зависит от условий в межпланетном пространстве. При высокой солнечной активности пространство вокруг Солнца (гелиосфера) заполнено заряженными частицами. Поэтому пробиться через него к Земле галактическим космическим лучам труднее. Поэтому при максимальной солнечной активности интенсивность приходящих к Земле галактических космических лучей в этот период минимальна. Их интенсивность зависит от геомагнитной широты, поскольку их движение направляется магнитным полем Земли. Все межпланетное пространство пронизано магнитным полем, источником которого является Солнце. Интенсивность галактических космических лучей зависит и от межпланетного магнитного поля.

При изменении солнечной активности от минимальной до максимальной интенсивность галактических космических лучей может меняться на 20% и более. Основная их энергия застревает в атмосфере на высоте 12—20 км. Она расходуется как на нагревание атмосферного газа, так и на ионизацию атомов и молекул.

Мы уже упоминали, что изменение солнечной активности приводит к изменению концентрации озона. Это происходит даже в том случае, если солнечная постоянная не меняется. Просто меняется количество энергии волнового излучения Солнца с теми длинами волн, которые эффективно поглощаются молекулами озона. Их так и называют — полосами поглощения озона. Чем больше молекулы озона в стратосфере поглощают солнечной энергии, тем больше стратосфера нагревается. Это и обеспечивает прямую связь солнечной активности с нагревом атмосферы, или, другими словами, с изменением погоды и климата. Поглощение дополнительной солнечной энергии озоном в стратосфере способно увеличить температуру атмосферы на высоте стратосферы даже на десятки градусов. Это тепло дойдет до поверхности Земли не целиком. Температура воздуха у поверхности Земли при этом повысится примерно на один градус.

Поглощает солнечную энергию не только озон. Ее поглощают и другие малые составляющие атмосферы. Когда происходит ионизация заряженными частицами, то NO соединяется с молекулой азота и при этом образуется NO_2. Далее NO_2 соединяется с атомом кислорода, образуя NO. В этих двух реакциях исчезает как озон, так и атомарный кислород. Но это не все потери. Образовавшиеся окислы азота поглощают ультрафиолетовое солнечное излучение. Значит, солнечная энергия, приходящая к Земле, будет уменьшаться (умень-

шается метеорологическая солнечная постоянная). Можно не сомневаться, что солнечные и галактические космические лучи за счет изменения их интенсивности во времени могут ощутимо изменять климат.

Имеется еще одна (не последняя) возможность влияния солнечной активности на климат. Она связана с высокоэнергичными солнечными частицами, которые проникают глубоко в атмосферу. На этих высотах (ниже ионосферы) солнечные частицы вызывают ионизацию атомов и молекул воздуха. Эти ионы могут выполнять роль ядер кристаллизации. На этих ядрах собирается (сублимируется) водяной пар из окружающего воздуха. В результате образуются облака. Весь этот процесс происходит потому, что упругость насыщения водяного пара надо льдом отличается от таковой над водой. Такие условия можно создать в специальных камерах в лабораторных условиях. Специалисты подметили, что при высокой солнечной активности создается больше перистых облаков, чем при минимальной солнечной активности. На основании анализа большого массива наблюдательных данных было показано, что после резкого увеличения (всплеска) интенсивности рентгеновского излучения на Солнце в земной атмосфере увеличивается облачность в обоих полушариях. Это увеличение составляет 0,25—0,5 балла. Много это или мало? Такое увеличение облачности может привести к уменьшению радиационного баланса в среднем на 1—2%. В приполярных районах после интенсивных вспышек рентгеновских лучей облачность увеличивается значительно сильнее, она возрастает на 2—3 балла. В результате радиационный баланс меняется на 10—20%. Это составляет примерно 12 Вт/м^2. В результате температура воздуха в приполярных районах уменьшается примерно на 3 °С. В средних широтах уменьшение температуры воздуха из-за данного эффекта меньше — порядка одного градуса. Но для метеорологов и эта величина весьма существенна. Специалисты рассчитали, как будут меняться отдельные климатические показатели из-за действия описанного механизма, и достоверно показали, что "климатический эффект влияния перистой облачности весьма заметен".

ВЛИЯНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА

Совершенно очевидно, что для изменения климата важно не только то количество энергии, которое приходит к атмосфере Земли и впоследствии поглощается на разных уровнях, но и свойства

той среды, в которой эта энергия поглощается. Это и свойства атмосферы, и свойства гидросферы, и многое другое, вплоть до размеров Земли, ее массы, строения, процессов в ее недрах, свойств земной поверхности, скорости вращения Земли вокруг своей оси, гравитационного и магнитного полей внутренних источников тепла и т. д. Важно и то, как менялся состав атмосферного газа в процессе эволюции Земли и ее атмосферы.

Масса и размеры Земли в данном случае важны потому, что ими определяется гравитационное поле, а оно определяет способность планеты удержать свою атмосферу при себе. У Луны и масса и размеры недостаточны для того, чтобы удержать свою атмосферу, поэтому она безжизненна. Масса и размеры планеты оказывают влияние и на состав атмосферного газа этой планеты.

Гравитационное поле планеты зависит и от скорости ее вращения, поскольку вращение создает центробежные силы, которые в некоторой степени уменьшают гравитационное поле. Этот эффект зависит от широты. Чем ближе к экватору, тем он больше. Если на полюсе эта поправка равна нулю, то на экваторе она достигает максимальной величины порядка 0,35%. Именно по этой причине ускорение силы тяжести у полюсов больше (9,83 см/с^2), чем у экватора (9,78 см/с^2). Чем больше масса планеты, тем сильнее она притягивает к себе атмосферу, которая при этом вынуждена уплотняться и ужиматься, прижимаясь к планете. Если бы масса Земли была больше, то ее атмосфера была бы плотнее и тоньше. Динамика атмосферного газа в такой атмосфере существенно отличалась бы от современной, то есть погода и климат были бы другими.

Циркуляция атмосферы зависит от угловой скорости вращения Земли. То же относится и к водам Мирового океана. То, что Земля вместе с атмосферой и водами Мирового океана вращается, кардинально влияет на движения как в атмосфере, так и в Мировом океане. Атмосферный газ приходит в движение прежде всего потому, что он в разных местах нагрет по-разному. В экваториальном поясе он нагрет больше всего. При нагревании газ расширяется и становится легче. Поэтому в экваториальном поясе он поднимается вверх. Отсюда поднятый нагретый атмосферный газ, постепенно охлаждаясь, будет двигаться в направлении северного и южного полюсов, где, естественно, холоднее. Так из-за неравномерного нагрева атмосферного газа создаются его движения в меридиональном направлении — от экватора по направлению к полюсам. На это движение газа действует вращение Земли (сила Кориолиса), из-за чего поток газа уже не движется строго вдоль меридиана, а отклоняется вправо в северном полушарии и влево в южном полушарии. Поэтому атмосферный газ движется наискосок, то

есть продвигаясь на север, он одновременно значительно смещается к востоку, а продвигаясь на юг, он смещается к западу. Так фактически за счет вращения Земли возникает зональная (вдоль постоянной географической широты) циркуляция. Она часто преобладает. Часто, но не всегда. Ранее мы говорили о том, что имеются две овальные зоны (в каждом полушарии по одной), в которые вторгаются заряженные частицы, приходящие от Солнца, и вносят в атмосферу свою энергию. Их вторжение в верхнюю атмосферу проявляется в виде полярных сияний. Значительная часть энергии солнечных заряженных частиц, которые вторгаются в атмосферу в зонах полярных сияний, идет на нагревание атмосферного газа. Таким образом, на Земле имеется не один нагретый пояс (экваториальный), а целых три: к экваториальному нагретому поясу добавляются еще по одному в зонах полярных сияний каждого полушария. В этих двух дополнительных поясах нагретый атмосферный газ поднимается вверх и затем движется по направлению к полюсу. Это происходит в обоих полушариях. Чем ближе к полюсу, тем вращение Земли сказывается меньше и меньше отклоняет поток атмосферного газа на восток (в северном полушарии) или на запад (в южном полушарии).

Благодаря нарисованной выше картине нагрева атмосферного газа очень отчетливо выявляется зависимость движения атмосферного газа от солнечной активности. Дело в том, что нагрев атмосферного газа в высокоширотных поясах (в зонах полярных сияний) производят солнечные заряженные частицы. Пролетая через атмосферу, они заставляют атомы и молекулы атмосферного газа светиться (полярные сияния, которые в северном полушарии называют северными сияниями) и одновременно увеличивают температуру атмосферного газа. А дальше все просто — чем выше солнечная активность, тем больше выбрасывается из Солнца заряженных частиц, значит, их больше приходит в атмосферу зон полярных сияний. Таким образом, при высокой солнечной активности атмосфера в зонах полярных сияний нагревается больше, что усиливает движение нагретого атмосферного газа в сторону областей, где он более холодный, то есть в меридиональном направлении. При минимальной солнечной активности нагрев атмосферы в зонах полярных сияний заряженными частицами меньше, поскольку меньше самих частиц приходит от малоактивного Солнца. Поэтому меридиональный перенос атмосферного газа будет слабее, чем при максимальной солнечной активности. Климатологи хорошо знают, что значит изменить направление движения атмосферного газа. При этом может поменяться практически все, поскольку погода и зависит от того, “откуда ветер дует”. Значит, влияние солнечной активности на погоду и климат посредством нагрева атмосферного газа в

зонах полярных сияний не может вызывать сомнений. Жаль только, что климатологи этот факт плохо воспринимают, поскольку он выходит за рамки классической климатологии. Практически все ученые (их результаты) являются жертвами очень узкой специализации, что не позволяет им видеть всю картину процессов в околоземном пространстве целиком. Они видят и понимают только некую часть этих процессов, которую "положено" им видеть в соответствии с выданными им дипломами. Жаль.

Зональная циркуляция атмосферного газа и вод в Мировом океане, создаваемая вращением Земли, очень важна. Ею в основном определяется зональность климата, скорость распределения длинных и ультрадлинных волн, формирование струйных течений с инерционно-сдвиговыми (разрывными) волнами. Вращение Земли определяет собой пассатную циркуляцию в атмосфере и, конечно, циркуляцию вод в Мировом океане.

Если так важно вращение Земли, то необходимо представлять себе, насколько вращение Земли остается постоянным. Специалисты установили, что скорость вращения Земли меняется, менялась она всегда. В далеком прошлом Земля вращалась быстрее. Поэтому зональность климата была более ярко выражена, чем сейчас. В прошлом были и такие периоды, когда Земля вращалась медленнее. Скорость вращения Земли меняется даже в течение малого времени — всего несколько месяцев.

Зональность климата надо понимать так, что климат на разных широтах резко различается. То есть температура воздуха между высокими и низкими широтами очень сильно отличается. Специалисты говорят о контрастах температур на разных широтах. Но в условиях контрастных температур между низкими и высокими широтами возникают многие эффекты, которые могут менять ситуацию. Они направлены на то, чтобы этот контраст (разность) уменьшить. Это прежде всего различные волновые процессы, которые усиливаются, когда перепады температуры вдоль меридиана увеличиваются. Все процессы зависят от той среды, в которой они протекают. Например, звук в воздухе распространяется не так, как в воде или в твердых телах. Так и другие процессы, в частности те, в результате которых переносится тепло. Например, атмосферный газ можно быстро нагреть, но он так же быстро и охлаждается. Воды Мирового океана нагреваются медленно, но зато они способны долго держать полученное тепло, служа своего рода термосом. Охлаждаются так же медленно, как и нагреваются. Поэтому та схема, которую мы привели выше, с нагретыми поясами и меридиальной и зональной циркуляцией, в условиях реальной Земли значительно видоизменяется. Очень много в смысле формирования погоды и климата зависит от того, какие площади поверхности Земли занимают

воды Мирового океана, на каких широтах их больше и т. д. и т. п. Это естественно, поскольку континенты и океаны на Земле обладают различными тепловыми свойствами. Поэтому вдоль одной и той же широтной зоны климат может резко различаться в зависимости от наличия или отсутствия океанов.

Проблема погоды — это проблема составления различных карт. Метеорологи их очень любят. Наиболее классические составляются так. Температуры воздуха для каждой широты и для каждого месяца усредняются. Получают некие цифры. Их наносят на карты: каждой широте своя цифра. Причем на карту наносят не усредненную температуру, а отклонение наблюдаемой в данный момент температуры от среднемесячной. Далее на карте те точки, где температуры одинаковые, соединяют линиями. Так получают карту линий одинаковых температур. Такие линии специалисты называют изолиниями ("изо" означает "одинаковый"). Такие карты очень наглядны. На них четко просматриваются различные отклонения от нормы (аномалии). Так, для января в районе Северной Атлантики имеется место, где температура равна +24 °С, а в районе Верхоянска −20 °С. Над Тихим океаном имеется аномалия, где температура равна +12 °С, а над Северной Америкой −14 °С. Значит, средние температуры на одной и той же широте могут различаться на 44 °С (это Верхоянск и Северная Атлантика). Так что, говоря о зональности климата, надо иметь в виду, что этот термин достаточно условный, то есть климат в одной и той же широтной зоне отнюдь не одинаковый. Он зависит от наличия или близости вод Мирового океана, от удаления данного места от побережья и т. д. Когда зональность увеличивается (например, при минимальной солнечной активности), то должно происходить потепление климата зимой у западных побережий континентов. В то же время у восточных побережий должно наблюдаться похолодание климата зимой. Все ведь зависит от того, откуда дует ветер — с океана или с континента. А указанные выше направления определяются направлением вращения Земли, которое всегда остается неизменным.

Мы пришли к пониманию, что наряду с вращением Земли для формирования климата очень важна подстилающая поверхность (вода, суша, лед, песок, камни и т. д.). Оба эти фактора определяются свойствами Земли, поэтому их называют геофизическими.

Имеется и еще один источник тепла, которое поступает в атмосферу и Мировой океан. Это сама Земля. Известно, что чем глубже проникать в Землю, тем там теплее. На глубине в один километр температура больше на 30 °С. Это тепло передается к земной поверхности путем теплопроводности. Этот процесс очень медленный. Так, внутри земное тепло доходит до вод Мирового океана или до атмосферы в мизерном количестве — всего одна десятитысячная

калории за одну минуту. Значительно эффективнее тепло переносится путем турбулентного движения атмосферного газа. Установлено, что турбулентные потоки тепла над океаном более чем в тысячу раз больше, чем потоки теплопроводности. Над ледяной поверхностью они намного меньше, но все же в два раза больше, чем потоки за счет теплопроводности. Из всего этого следует вывод, что потоки внутреннего (геотермального) тепла оказывают пренебрежимо малое влияние на климат Земли. Другое дело — в прошлом, во время высокой активности вулканической деятельности. При исследовании изменения климата в эти периоды учитывать влияние геотермального тепла обязательно. Особенно если речь идет о длительных в геологическом масштабе времени изменениях климата.

Имеется и еще один геофизический фактор, который может влиять на изменение климата. Это магнитное поле Земли. Здесь мы подразумеваем не то, что только благодаря магнитному полю Земли она имеет атмосферу, биосферу и вообще жизнь. Если бы магнитного поля у Земли не было (как его нет у Луны), то все заряженные частицы (как солнечные, так и галактические), которые подходили бы к Земле, проникали бы в ее атмосферу и очень скоро разрушили бы ее. Все нейтральные атомы и молекулы атмосферного газа этими частицами были бы разрушены (они превратились бы в электрически заряженные ионы) и проблема изменения климата отпала бы сама собой. Естественно, что при этом не было бы смысла говорить ни о биосфере, ни о человеке.

Но здесь мы будем говорить о роли не самого магнитного поля Земли как такового, а о том, как на климатических условиях скажется непрерывное смещение магнитных полюсов Земли. Дело в том, что магнитные полюса кардинально меняют свое положение. Попутно скажем, что зоны полярных сияний, в которых атмосферу нагревают солнечные заряженные частицы, определенным образом "привязаны" к магнитным полюсам: их дневная часть удалена от соответствующего полюса на 10 угловых градусов, а ночная — на 20°. Смещение магнитного полюса автоматически означает смещение зон полярных сияний, а значит, и зон нагрева атмосферного газа солнечными заряженными частицами. Оба магнитных полюса (северный и южный) связаны между собой, как связаны между собой два конца одного намагниченного бруска. Поэтому, говоря о движении (смещении) северного магнитного полюса, мы тем самым говорим и о смещении южного полюса. Если захотите воспользоваться глобусом, то точку на глобусе, где находится северный магнитный полюс, соединяйте с центром Земли (глобуса) и продолжайте до ее пересечения с поверхностью Земли (глобуса). Здесь и находится южный магнитный полюс. Правда, это не строго

точно, но для понимания сути дела достаточно точно. Дело в том, что центр магнитного диполя Земли на 600 км смещен относительно центра тяжести Земли.

А как смещались полюса раньше? В конце последнего ледникового периода 12—15 тысяч лет назад северный магнитный полюс Земли располагался не там, где сейчас, а на востоке Северного Ледовитого океана. Сейчас он находится на северо-западе Гренландии. Около 200 г. до н. э. северный магнитный полюс Земли находился значительно ближе к Европе, чем через 200 лет. Еще через 300 лет он передвинулся на север Аляски. Затем между 600 и 1000 гг. н. э. он снова приблизился к Европе. Еще через 600 лет он передвинулся в Баренцево море и только между 1650 и 1850 гг. он удалился к Гренландии. Куда он пойдет дальше?

Почему смещение магнитных полюсов должно влиять на климат и вызывать его изменение — мы уже фактически объяснили. Это вызвано смещением зон, в которые вторгаются солнечные заряженные частицы и в которых они вызывают нагрев атмосферного газа. Правда, весьма уважаемые климатологи считают, как и сто лет назад, что заряженные частицы легче всего вторгаются вблизи магнитных полюсов. Такая информация и содержится в книгах по метеорологии. Это неверно, и уже несколько десятилетий благодаря измерениям, выполняемым на спутниках и космических кораблях, установлено, что области непосредственно вокруг магнитных полюсов достаточно надежно защищены от вторжения заряженных частиц. Но зато под действием давления солнечного ветра магнитосфера деформируется таким образом, что наиболее уязвимыми для вторжения заряженных частиц становятся овальные области, подсолнечная (дневная) сторона которых удалена от своего полюса на 10°, а ночная — на 20°. Это и есть те зоны полярных сияний, о которых говорилось выше. Мы объясняем такие "тонкости" потому, что в книгах по климатологии и метеорологии читатель может найти старую информацию, которая выдается за современную.

Поскольку смещение магнитных полюсов Земли приводило к смещению зон нагрева атмосферного газа, то это обязательно вызывало изменение климата. Так, когда северный магнитный полюс смещался ближе к Европе, то, естественно, начинала преобладать циркуляция атмосферы в меридиональном направлении. А это однозначно вызывало потепление климата. На континент поступали более теплые океанические воздушные массы. Когда же северный магнитный полюс находился в восточной части Северного Ледовитого океана, то происходило похолодание: на Европу надвигался холодный арктический воздух.

При оценке возможного изменения климата следует учесть все источники тепла, а также оценить тот вклад, который они могут

(или могли) внести в изменение климата. В частности, надо оценить вклад тепла, который связан с распадом долгоживущих изотопов U, Th и K. Оценено, что за всю историю Земли за счет радиоактивного распада U и Th было выделено огромное количество тепла — $1,6 \cdot 10^{38}$ эрг. Несколько меньше ($0,9 \cdot 10^{38}$ эрг) тепла выделилось за всю историю Земли за счет распада долгоживущего изотопа K. Часть этого тепла, аккумулированного внутри Земли путем теплопроводности, была передана наружу и была поглощена водами Мирового океана и атмосферным газом. Но это примерно пятая часть всего накопленного тепла. Оставшееся там тепло шло на разогрев и частичное плавление недр Земли. Внутри Земли вещество фактически кипит. Как и на Солнце, в мантии Земли имеются весьма интенсивные конвективные потоки вещества. Время от времени последствие этой бурной деятельности мантии мы наблюдаем — активизируются вулканы со всеми вытекающими отсюда последствиями. И не только. Конвективные движения вещества в мантии Земли вызывают также дрейф континентов.

Что касается вулканов, то они возникают не в любых местах. Если вы нанесете на карту или глобус все вулканы, известные на Земле, то заметите, что они группируются в определенных поясах. Что это за пояса? Это зазоры — зоны, которые остаются между литосферными плитами. Сами литосферные плиты не сейсмичны. На них вулканов быть не может. Там нечему кипеть. Все кипящее вещество находится под ними. Литосферные плиты перемещаются, поэтому смещаются и границы между ними, так называемые подвижные зоны. На сегодняшний день установлены следующие подвижные зоны, в которых располагается большинство вулканов. Это Евроазиатская зона, Индо-Австралийская зона, Тихоокеанская, Американская, Антарктическая и Африканская зоны. Расположение плит показано на рис. 32.

Как мы уже говорили, литосферные плиты плавают. Поэтому неизбежно плавают (перемещаются) и материки. Примерно 15—20 млн. лет тому назад континенты располагались так же, как и сейчас. Эволюция земной коры, океана и атмосферы связана с движением континентов и вулканической деятельностью. Естественно, что с ними самым тесным образом связано и формирование и изменение климата.

За всю историю Земли вулканы выбросили на поверхность столько вещества, что оно равно массе земной коры толщиной около 33 км. Это вещество содержало, в частности, и газы. Общая масса всех выброшенных при извержениях вулканов газов примерно в 50 раз больше массы современной атмосферы. Масса выброшенных газов примерно в два раза больше массы всех вод современного Мирового океана. Значительно больше половины из этих

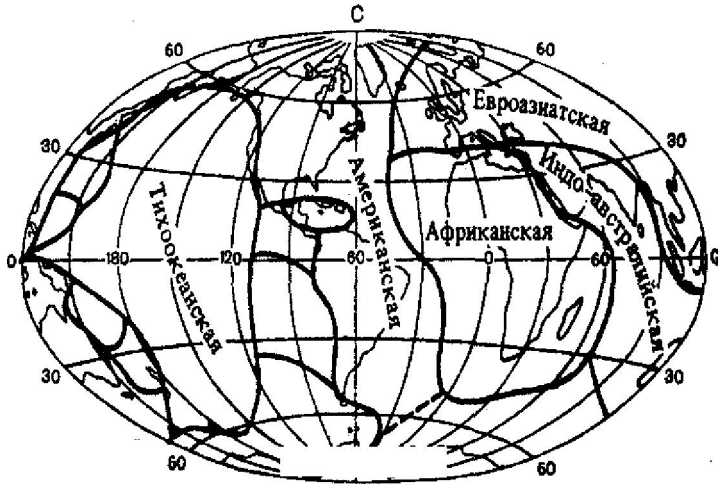

Рис. 32. *Основные литосферные плиты земной коры*

газов (70—80%) составлял водяной пар. Остальные газы — H_2S, SO_2, HCl, HF, HBr, H, Ar и другие. Ясно, что водяной пар впоследствии сконденсировался и образовал воды Мирового океана. Сконденсировалась и часть других паров, поэтому океан состоял не только из воды.

Мы уже описывали, как дальше развивались события, как происходили сложные геохимические изменения, в результате которых из атмосферы, содержащей азотные соединения и воду, образовалась нынешняя атмосфера — азотно-кислородная. Решающую роль при этом сыграло действие солнечного излучения. При этом в атмосфере образовались примеси — малые составляющие в виде углекислого газа, озона, водяного пара и др. Малые составляющие определяют тепловой режим атмосферы. Они служат своего рода пленкой над нашим домом — теплицей. Эту пленку нельзя повредить, иначе теплица исчезнет и нам станет очень неуютно.

Все ученые сходятся на том, что вулканическая деятельность сформировала атмосферу Земли и хотя бы частично ответственна за изменения климата на Земле. Но специалистами высказывалась и другая идея — что определенная динамика атмосферного газа может активизировать деятельность вулканов. Здесь все построено на определенном распределении сил, сил притяжения. В том случае, если холодные и теплые воздушные массы располагаются так, что их граница (воздушный фронт) приходится на вулканические подвижные зоны, то равновесие может быть нарушено, поскольку

теплый воздух легче холодного. Проведенные подсчеты показывают, что если воздушные массы будут занимать около десяти миллионов квадратных километров, то при разности в атмосферном давлении равной 20 миллибар (а это вполне реально) могут создаться значительные дополнительные силы напряжения в земной коре.

Как известно, во время извержения вулканов в атмосферу выбрасываются не только газы, но и аэрозоли. Попадая в атмосферу, аэрозоль меняет ее оптические свойства, а значит и условия прохождения через нее солнечного излучения, особенно в ультрафиолетовой и инфракрасной областях спектра. Это не может не сказаться на процессах в атмосфере, а значит и на климате. Не вызывает сомнения, что в прошлом на климат влияли в основном аэрозоль и малые составляющие атмосферы, такие как CO_2 и др. Несомненно, что и в будущем эти факторы, приводящие к изменению климата, останутся главными. Об этом свидетельствуют такие факты. Мы научились сами создавать огромные количества аэрозоля и выбрасывать его в атмосферу. На сегодняшний день ежегодно мы выбрасываем не менее двух миллионов тонн аэрозоля. Аэрозоль поглощает солнечную энергию, и она не доходит до поверхности Земли. Аэрозоль малых размеров (мелкодисперсный) рассеивает коротковолновое солнечное излучение. Этот эффект равносилен увеличению отражательной способности атмосферы. Раз атмосфера недополучает солнечную энергию, то она охлаждается. Мы привели два противоположных эффекта, которые способен вызывать аэрозоль. Один эффект приводит к нагреванию атмосферы, а другой — к ее охлаждению. Что будет преобладать на самом деле — зависит от свойств аэрозоля и прежде всего от размера его частиц. Поэтому при анализе влияния аэрозоля на изменение климата необходимо весьма детально проанализировать все свойства реально находящегося в атмосфере аэрозоля.

То, что вулканические выбросы способны уменьшить доходящее до поверхности Земли солнечное излучение, было известно с древности. После некоторых мощных извержений вулканов на Земле наступали сумерки. Ситуация не выравнивалась в течение нескольких месяцев.

Некоторые ученые склонны объяснять основные изменения климата на Земле именно влиянием вулканической деятельности. Ледниковые эпохи они также объясняют таким механизмом. Некоторые совпадения действительно имеют место. Когда были сопоставлены данные о климате с изменением индекса вулканической активности с 1500 г. н. э. по наше время, то оказалось, что, действительно, в период малого ледникового периода в XV—XVI вв. н. э. и в начале XIX в. н. э. наблюдалась повышенная вулканическая деятель-

ность. С 1912 г. до начала 40-х гг. не было сильных вулканических извержений и атмосфера за этот период была более прозрачной. В это время происходило потепление климата. Но не надо все эти факты воспринимать как несомненное доказательство того, что основные изменения климата связаны с вулканической деятельностью. В период с 1883 по 1912 г. наблюдалась целая серия извержения вулканов. Солнечное излучение в течение нескольких месяцев и даже одного-двух лет было меньше. Но потепление климата началось не после извержения вулканов, а до того. Поэтому не следует объяснять сложное явление действием только одного из действующих факторов. Нужно остановиться и еще на одном факторе, от которого зависит поступающая в атмосферу и к поверхности Земли солнечная энергия. Это концентрация CO_2, а также других малых составляющих атмосферы. Речь идет о составляющих, которые обладают парниковым эффектом. Это и водяной пар, и хлорные соединения, и др.

Что касается количества CO_2, то цифры здесь такие. В атмосфере Земли в настоящее время содержится 0,033% CO_2. Это соответствует примерно 2350—2570 млрд. тонн. В водах Мирового океана CO_2 в 50 раз больше. Между атмосферой и океаном, между атмосферой и биосферой происходит непрерывный обмен CO_2. На фотосинтез растений сейчас уходит за счет атмосферы около 100 млрд. тонн CO_2 в год. Такое же количество CO_2 атмосфера получает в результате дыхания живых организмов. CO_2 поступает и из недр Земли через вулканы. Но это почти в сто раз меньше, чем поступление CO_2 за счет деятельности человека. Источником CO_2 в недрах Земли является углерод, которого там не менее $2 \cdot 10^8$ млрд. тонн. Основная его часть связана в карбонатных породах.

CO_2 приходит в атмосферу и уходит из нее в биосферу. Он совершает своего рода кругооборот, естественный цикл. Этот естественный цикл CO_2 между атмосферой и биосферой составляет около 20 лет. В то же время естественный цикл в системе земная биосфера — атмосфера длиннее. Он составляет 20—40 лет. CO_2 совершает кругооборот и между атмосферой и океаном. Полный период обмена CO_2 в системе океан — атмосфера (туда и обратно) составляет около пяти лет. Этот обмен существенно зависит от температуры воды Мирового океана. Чем теплее, тем эффективнее поступает CO_2 из океана в атмосферу. Одновременно идет поступление CO_2 из атмосферы в воды Мирового океана. Из-за разницы в температурах в высоких широтах в условиях холодной воды поток CO_2 из воды в атмосферу мал. Здесь преобладает поток CO_2 из атмосферы в воду океана. В низких широтах все наоборот, поскольку там вода Мирового океана теплая. Поток CO_2 из воды в атмосферу больше, чем из атмосферы в воды Мирового океана. Установлено,

что если температура верхнего слоя воды в Мировом океане (толщиной 50 км) изменится на 1°С, то это вызовет изменение выхода CO_2 из океана на полпроцента или даже больше. При оценке изменения климата с этим надо считаться.

Рассматривая историю атмосферы, мы уже говорили о том, как менялось содержание CO_2 в атмосфере Земли за всю ее историю. В прошлом в истории Земли были такие периоды, когда содержание CO_2 в атмосфере было намного больше, чем в наше время. Примерно 250 млн. лет назад концентрация CO_2 в атмосфере составляла 7,5%. Зато в фанерозое (570 млн. лет назад) CO_2 в атмосфере было не более 0,3%. Примерно 1 млн. лет назад концентрация CO_2 в атмосфере была в два раза больше, чем сейчас. Рассматривая современное количество CO_2 в атмосфере и возможные его изменения, мы должны исходить не из абсолютных величин, а из того, как эти изменения при учете озона и других малых составляющих скажутся на изменении климата. Рассматривать влияние на климат изменения концентрации одного только CO_2 бессмысленно, как бессмысленно без всестороннего анализа говорить о том, много CO_2 в атмосфере или мало. Всегда надо добавлять: "для чего?", то есть для чего много или мало. Это необходимо пояснять, поскольку уважаемые климатологи позволяют себе писать так: "сейчас содержание CO_2 в атмосфере невелико".

ВЛИЯНИЕ ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ НА ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА

Рассмотренные выше факторы действуют на климат постепенно. Нужно немалое время, чтобы прогреть Мировой океан или растопить ледники. Приведенное в движение вещество в океане или атмосфере движется, подчиняясь законам движения, законам гидродинамики или даже законам магнитной гидродинамики (в ионосфере и атмосфере). Поэтому мало рассмотреть роль приходящей к Земле солнечной энергии в изменении климата. Надо проследить, как эта энергия распределилась в атмосфере и гидросфере и какие процессы она там вызвала. Каждый процесс характеризуется своим временем. Это также надо учитывать. Поэтому надо рассмотреть, как отразятся на изменениях климата различные особенности циркуляции атмосферного газа.

Не вызывает сомнения, что атмосферная циркуляция в разные климатические эпохи была разной. Общая энергия, поступающая от Солнца в атмосферу, может и не меняться, тогда как цир-

куляция атмосферы будет меняться весьма кардинально. Об этом свидетельствуют данные наблюдений. Приведем некоторые примеры. В Швеции и Дании зима 1657—1658 годов была одной из самых холодных. Даже средняя температура была отрицательной (-1 °С), тогда как в обычные годы она на 4° была выше. Холодные зимы в этих местах наблюдались и в другие годы: 1739—1740, 1762—1963, 1783—1784, 1788—1789, 1794—1795, 1798—1799, 1822—1823, 1829—1830, 1837—1838, 1890—1891, 1928—1929 и 1941—1942.

Суровая зима в определенном регионе отнюдь не означает холодного климата. Из приведенного выше списка видно, что часть очень холодных зим в Швеции и Дании приходится на малый ледниковый период. Зато две последние суровые зимы имели место в период потепления климата. Особенно суровая зима 1941—1942 гг., охватившая и Россию, наблюдалась в период максимального потепления климата в северном полушарии. Таких примеров можно привести много. Так, по данным о толщине колец деревьев, было установлено, что в конце малого ледникового периода между XVII и началом XX в. в Калифорнии произошло общее потепление климата.

Специалисты детально исследовали характер появления различных аномалий в климатических процессах (наступление засух, суровых зим, обильных осадков и т. п.). При этом обнаруживается, что наступают они с определенной повторяемостью, периодичностью. Правда, длина периода в некоторых пределах меняется. Поэтому лучше говорить не о периодичности (это предполагает определенную величину периода), а о цикличности, что означает просто повторяемость. Например, было установлено, что за последние 30 лет для Англии четко выявляются изменения климата, повторяющиеся через 20—25 и 45—55 лет. При этом очень важно, что в этих аномальных климатических условиях циркуляция атмосферы кардинально отличается от циркуляции в другие, нормальные периоды. Так, для Европы самые мягкие зимы соответствуют западным и юго-западным ветрам. Таким в Европе был период 1920—1929 годов. Теплые летние сезоны обусловлены теплыми антициклоническими типами циркуляции над Западной и Центральной Европой. Такими были годы: 1940—1949, 1976. Когда имеет место слабая циркуляция атмосферы, то наблюдаются более холодные зимы. Когда в Европе наблюдались холодные погоды летом (1690—1699 и 1840—1849 гг.), то в это время области высокого давления были значительно смещены к югу. При этом преобладали северные ветры. За период с конца XVIII в. по начало XX в. н. э. положение центра Исландского минимума (атмосферного давления) сместилось в северном направлении на 1,5—3° широты. Именно в результате этого создались условия движения атмосферного воздуха, которые спо-

собствовали потеплению климата в приполярных областях северного полушария. В таких условиях при интенсивной атмосферной циркуляции над Арктикой льды взламываются и выносятся в соседние районы. Если движение воздушных масс над Арктикой стихает, успокаивается, то есть в условиях спокойной атмосферной циркуляции, спокойной погоды, то льды растут и их количество увеличивается. Такие условия реализовались над северной частью Европы в 1930—1939 и 1940—1949 гг. Поскольку на этой территории преобладали антициклоны и господствовали южные ветры, то в западной Арктике обширные пространства поверхности воды освободились ото льда.

Если в Арктике дуют восточные и северо-восточные ветры и часто образуются антициклоны, то в Европе формируются холодные климатические условия. Такие суровые зимы с преобладающими восточными ветрами наблюдались в 1560—1569, 1690—1699, 1820—1829, 1890—1899 гг.

Во второй половине прошлого столетия в южном полушарии усиливались южные ветры, а в северном полушарии возрастала циркуляция западного направления (зональный перенос). Этот зональный перенос явился причиной значительного изменения количества осадков. При этом происходящие изменения количества осадков для разных регионов были разными.

Аномальные (необычные) климатические явления весьма часты и в последние десятилетия. Они весьма ощутимо сказываются как на народном хозяйстве, так и на жизни и здоровье людей. Так, аномальной по климатическим условиям была зима 1962—1963 гг. Для Англии она была самой холодной после 1740 г. Зима 1963—1964 гг. была очень сухой. Такой сухой зимы в Англии не было с 1743 г. В эту зиму морозы продвинулись вплоть до берега Персидского залива. Зима 1965—1966 гг. была суровейшей. Замерзло даже Балтийское море, а льды Северного Ледовитого океана достигли Мурманска. Порт Мурманск обычно не замерзает, сказывается теплое течение Гольфстрим. Над европейской территорией СССР очень холодная зима стояла в 1978—1979 гг. Зимы 1973—1975 гг. были очень теплыми. В Копенгагене до конца января цвели розы, а Балтийское море вообще не замерзало.

В последние десятилетия и в экваториальном поясе разыгрывались аномальные климатические явления. В зонах 10—20° северной широты и 12—20° южной широты существенно сократилось количество осадков, которые сюда обычно приносятся ветрами муссонами. Результатом такого сокращения стали жесточайшие засухи.

Специалисты обращают внимание на то, что в последнее время циркуляция (динамика) атмосферного газа радикально изме-

нила свой характер. Это проявляется в том, что сейчас области аномального высокого атмосферного давления (теплые) и аномально низкого атмосферного давления (холодные) очень сходны друг с другом. Такого в прошлом еще не было. Поэтому есть все основания говорить о формировании новых циркуляционных условий или, другими словами, о том, что движение атмосферного газа в наше время кардинально меняет свой характер. С чем связано такое изменение атмосферной циркуляции? Специалисты не спешат все списать на деятельность человека, засорения им окружающего пространства и атмосферы в том числе. Но они и не сомневаются в том, что антропогенное влияние на изменение климата в последнее время очень существенно. Они высказываются следующим образом: "Если для изменения общего теплового режима планеты антропогенных источников, включая CO_2, еще недостаточно, то для региональных воздействий на погоду и климат антропогенные факторы уже сейчас, а тем более в будущем, могут стать определяющими".

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА В ЧЕТВЕРТИЧНОМ ПЕРИОДЕ

Мы живем в четвертичном периоде. Он начался примерно полтора-два миллиарда лет тому назад. Лучше всего мы знаем, как менялся климат за то время, когда уже существовали цивилизации. Этот этап четвертичного периода называют голоценом. Мы располагаем палеоклиматическими, а также историческими данными не только об изменении климата за это время, но и о том, как это изменение влияло на человечество.

Главной характерной чертой изменения климата в четвертичном периоде является чередование продолжительных (70—120 тысяч лет) ледниковых периодов и более коротких (15—20 тысяч лет) теплых межледниковых периодов. Известные нам цивилизации существовали и существуют последние 10—12 тысяч лет. Это время последнего теплого межледникового периода, который начался 15—18 тысяч лет назад. Это благодатное время примерно через 4 тысячи лет должно закончиться — снова начнут наступать ледники. Что они принесут с собой? Об этом можно судить по тем ледниковым периодам, которые уже были раньше.

Если подсчитать среднюю температуру Земли за последние два миллиона лет, то окажется, что она была близка к нынешней — примерно 15 °С. Но это средняя температура. При переходе от лед-

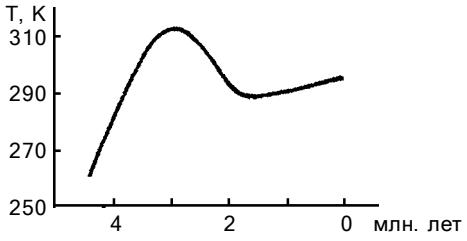

Рис. 33. *Средняя глобальная температура поверхности Земли за последние 4,5 млн. лет*

никовых к межледниковым периодам она изменялась весьма существенно — на 5—10 °С.

На рис. 33 показано, как менялась средняя температура Земли за последние 4,5 млн. лет. За весь этот период даже в самые суровые фазы ледниковых периодов Земля ни разу не была покрыта льдом целиком. Но она и не освобождалась ото льда никогда, даже в самые теплые межледниковые периоды. Ученые считают, что за последние 4,5 млн. лет Северный Ледовитый океан всегда в той или иной мере был покрыт льдом. Антарктида также была скована льдами.

Последний ледниковый период своим климатом очень сильно отличался от нашего межледникового периода. Наибольшее оледенение имело место примерно 18 тысяч лет назад. Тогда уровень воды в Мировом океане был на 85 м ниже, чем в наше время. Температура воды в океане была на несколько градусов (местами в Атлантике даже на 10 °С) ниже современной. Некоторые континенты были полностью покрыты ледниками. Поэтому отражательная способность поверхности Земли была значительно больше. Значит, больше приходящей от Солнца энергии отражалось обратно в космос. Лед, камни и песок занимали примерно вдвое больше той площади, которую они занимают сейчас, — 24 миллиона квадратных километров. Тундра и альпийские сообщества также занимали почти в три раза большую площадь, чем они занимают сейчас (8 миллионов квадратных километров). Пустынь и полупустынь на одну треть по площади было меньше (8 против 12 миллионов квадратных километров). Полагают, что леса, кустарники, саванна и другие сообщества занимали в ледниковый период такую же суммарную площадь, как и сейчас.

Исходя из этих основных данных, а также делая определенные предположения, ученые рассчитали, как менялись в ту пору основные климатические показатели: температура поверхности Земли и воздуха у поверхности и на высоте в атмосфере, где атмосфер-

ное давление равно 800 и 400 миллибар, ветры на этих высотах, направление на восток или запад, облачность, относительная влажность, а также содержание влаги в атмосфере, испарение, осадки и давление у поверхности Земли.

Были рассчитаны указанные величины для всей Земли для трех различных вариантов в предполагаемых параметрах. Основные результаты этих расчетов дают представление о климате в ледниковый период. Если рассматривать условия июля для северного и южного полушарий, то расчеты показывают, что в северном полушарии средняя температура земной поверхности и воздуха вблизи нее была ниже современной примерно на 5,3 °С. В южном полушарии, где большая поверхность Земли была занята водами Мирового океана, понижение температуры по сравнению с современным было, естественно, меньше (4,5 °С).

Мы привыкли к изменениям температуры на десятки градусов. Поэтому 4—5 градусов могут показаться незначительными. Но не обманывайте себя. Речь идет о средней температуре для полушария. А это совсем иное. Так, уменьшение средней температуры поверхности Земли всего на один градус означает изменение вегетационного периода примерно на две недели. Следовательно, глобальное среднее похолодание на 5,4 °С должно было вызвать сокращение вегетационного периода практически на три месяца. Это значит, что в этих условиях во многих районах мира вегетационный период практически исчезал. Речь идет не только о приполярных зонах, но и о средней полосе, где в условиях отсутствия вегетационного периода нельзя было заниматься сельским хозяйством.

Облачность в ледниковый период была меньше современной на 2—3%. Более чем в два раза было меньше и количество осадков. Что касается атмосферного давления, то в северном полушарии среднее давление было меньше на 8,7 миллибар, а в южном полушарии на столько же оно было больше современного,

Если в атмосфере меняются давление, температура, влажность и другие показатели воздуха, то меняется и его движение. Другими словами, меняется циркуляция атмосферы. В условиях ледникового периода атмосферная циркуляция была более интенсивной как в июле, так и в январе. В то время циклоны двигались другими путями, их оси были смещены к югу, в отличие от сегодняшних. Они проходили южнее Скандинавии и направлялись в сторону Азии. Летом осадков было немного меньше, чем сейчас, особенно в Южной и Восточной Азии. Зимой их было примерно столько же, как и сейчас. Правда, в северном полушарии их было несколько меньше.

Каким был климат за время существования цивилизаций (период голоцена)? Установлено, что первые 7—8 тысяч лет этого

межледникового периода имело место резкое потепление климата. В результате этого примерно 8 тысяч лет назад растаял ледник на Скандинавском полуострове. Спустя 1,5 тысячи лет растаял ледовый покров и на Североамериканском континенте. Еще через 2 тысячи лет растаял Лабрадорский лед. По мере потепления леса стали смещаться к северу. Они занимали площади на 300 км севернее нынешней полярной границы лесов. Вечная мерзлота в Северной Америке и Восточной Сибири также отступила на север на несколько сот километров. Климат был не только более теплым, чем сейчас, но и значительно более влажным. Там, где сейчас имеется засушливый пояс — от Западной Африки до Раджастхана на северо-западе Индии, в то время был очень влажный климат. Об этом можно судить по таким фактам. В современном засушливом центре Сахары количество осадков достигало 250—400 мм. Сейчас там осадки составляют всего 6 мм в год. Уровень воды в озере Чад был на 40 м выше современного. Поэтому само озеро было значительно больше по площади — оно достигало размеров Каспийского моря. В крайне засушливых районах Ближнего и Среднего Востока и северо-запада Индии в то время были очень благоприятные условия для скотоводов-кочевников, а также для земледельцев. Было главное — достаточное количество воды, поэтому были обильные пастбища и поля для земледелия, не требующие орошения. Это был прекрасный климат. Специалисты назвали его оптимальным, а точнее климатическим оптимумом.

Но такое положение сохранялось всего несколько тысяч лет. Примерно четыре тысячи лет назад климат стал значительно холоднее. Становилось суше. По уровню воды в озерах в прошлом ученые восстанавливают количество осадков. Эти данные свидетельствуют о том, что количество осадков примерно 3,7 тысячи лет назад уменьшилось в Раджастхане примерно в три раза. Это вызвало упадок экономики района. Произошли неблагоприятные изменения климата в других районах Земли. При этом надо иметь в виду, что все эти изменения взаимосвязаны. Это и понятно, поскольку вся атмосфера Земли представляет собой единое целое. Если в одном месте воздух начнет двигаться по-иному, то и в других местах его движение изменится. Поэтому потепление или увлажнение климата в одних районах будет сопровождаться похолоданием или сухостью климата в других районах. При усреднении это нивелируется и средние показатели меняются значительно меньше. Как мы уже говорили, изменение средней температуры всего на один градус вызовет значительные изменения в жизни биосферы и человека. Так, если брать последние пять тысяч лет, то за первые две тысячи лет из этого периода среднегодовая температура в Китае была на два градуса выше, чем теперь. В этот же период в других

районах мира имело место значительное похолодание. В последние три тысячи лет в Китае среднегодовая температура менялась в пределах 2—3 °С. Самые низкие температуры там были в 100, 400 гг. до н. э. и в 1200 г. н. э. Довольно теплым климат в Китае был в 206 г. до н. э., а также в 220 г. н. э. и в 618—907 гг. н. э. В Западной Японии лето 1180 г. н. э. принесло неслыханную засуху. В восточной части Японии в это время собирали богатый урожай.

За последние 6000 лет наблюдались четыре периода повышенной увлажненности, которые четко разделены тремя периодами с сухим климатом.

Первый из этих периодов увлажненного климата имел место на рубеже V и IV тысячелетий до н. э. Об этом свидетельствуют результаты работы французской археологической экспедиции Анри Лота.

Экспедиция обнаружила в Центральной Сахаре в скальных нишах и пещерах массива Тассилин-Алджер наскальные рисунки. На них были изображены гиппопотамы и носороги. Скальные ниши и пещеры находились в долинах рек, которые давно пересохли, а также по берегам высохших водоемов.

Массив Тассилин-Алджер имеет свои особенности. Он находится на северо-востоке от плоскогорья Ахаггар. Массив представляет собой систему уступов, которые возвышаются до 2000 м над уровнем моря. В сущности, это плато, расчлененное эрозией и сложенное песчаниками. Эрозия образовала очень своеобразную местность. Это ровные площадки с башнеподобными останками, которые чередуются с участками каменистой пустыни. Песчаники представляют собой пористую породу. Они хорошо собирают грунтовые воды. Край всего массива изрезан ущельями, которые имеют причудливую форму. Это следы работы эрозии.

Руководитель экспедиции Анри Лот описал работу экспедиции во многих книгах. Он описывал, что путь экспедиции лежал среди высоких колонн, которые напоминали руины громадного средневекового города. Им "виделись" обезглавленные башни, церковные шпили, паперти соборов, странные фигуры фантастических животных, диковинные архитектурные ансамбли.

Плато, на котором проводились работы, имеет длину 800 км и ширину 50—60 км. Сейчас там безводная территория. В период увлажнения здесь жили люди, которые создали чудесные наскальные рисунки. Наскальные рисунки здесь были впервые обнаружены в 1933 г. лейтенантом Бренаном. На отвесной скале он увидел глубоко вырубленные изображения громадных животных: слонов с поднятыми хоботами, гиппопотамов, которые выходят из воды. Изображены здесь и носороги и длинношейные жирафы, которые щиплют верхушки кустарников.

Специалисты считают, что когда-то Сахара была заселена и ее фауна была аналогична фауне современной саванны. В прошлом в этих местах текли полноводные реки и климат был влажным. Реки брали начало в горных массивах Ахаггар, Тассилин, Ардар-Ифорас. Они образовывали большую гидрографическую сеть, которая соединялась с Нигером, озером Чад, а также с другими озерами, которые сейчас остались как соленые озера.

Сахару в IV тысячелетии до н. э. населяли племена охотников и рыболовов. Они селились по берегам рек и озер. Обнаружены каменные серпы и зернотерки, датируемые IV тысячелетием до н. э. Поэтому можно считать, что население занималось не только охотой, но и использовало семена дикорастущих злаков для приготовления муки. Климат менялся, реки и озера высыхали. Жители устремлялись на восток, к долине Нила и на юг, к озеру Чад. Экспедиция обнаружила много "кухонных куч", в которых найдены кости гиппопотамов.

Имеются наскальные рисунки разных эпох. По ним специалисты получили возможность развернуть жизнь в Сахаре во времени. Так, были выделены разные периоды.

Первый период — период охотников, или период буйвола. Это ранний неолит. Он обнаружен в самых древних наскальных рисунках периода между V и IV тысячелетиями до н. э. На рисунках изображены выбитые на камне контурные фигуры животных "эфиопской фауны". Это гиппопотамы, носороги, слоны, жирафы, антилопы, страусы. Носороги и гиппопотамы изображены только на самых древних рисунках. Они первыми вымерли из-за изменения (иссушения) климата.

Анри Лот так представлял себе то далекое время, в которое ему позволили заглянуть наскальные рисунки:

"Нам рисовались цветущие долины, леса, болота и звери, жившие когда-то в этом раю. Мы заселяли в нашем воображении эти места разнообразными животными. Добродушные слоны толпились возле воды, шевеля большими ушами. Пугливые носороги спешили к логовищам по узким тропинкам. Жирафы прятали головы в кустах мимозы. По долинам, пощипывая траву, бродили стада антилоп и газелей, находивших отдых под зелеными кронами деревьев. Наконец, мы старались представить себе людей, живших в скальных пещерах: мужчин, занимавшихся подготовкой оружия к охоте и мастерящих себе одежду из шкур, женщин, готовящих пищу или отправляющихся к соседнему водоему купаться или мыть миски".

Рисунки этого периода (фрески) имеют большие размеры. На них люди вырисованы с большой тщательностью. При этом видна татуировка, которая характерна для современных племен Верхнего Нила и Центральной Африки.

Второй период приходится примерно на 3500 г. до н. э. Это скотоводческий период. Появились домашние животные. Это крупный рогатый скот, козы, собаки, антилопы, муфлоны. Люди и животные изображены очень естественно. Нарисованы стада с пастухами. Люди изображены в разнообразных одеждах. Они полны красоты, гармонии, изящества. Они даны в движении: то стреляют по дичи из лука, то сражаются за обладание стадами. Показаны они и собирающимися в группы для участия в танцах.

Дикие животные — слоны, носороги, гиппопотамы, жирафы, лошадиные антилопы, львы, дикие ослы, страусы— нарисованы очень реалистично. Эти животные не могли существовать без тучных пастбищ и очень влажного климата. Так, на одной из фресок изображены три гиппопотама, за которыми охотятся люди в пирогах.

Таким образом, достоверно доказано, что Сахара некогда была обитаемой. От Атлантического побережья вплоть до долины Нила и далее к востоку, в Нубийской пустыне, были обнаружены следы деятельности человека. В Сахаре повсеместно найдены каменные орудия. Они относятся к двум различным периодам, которые отделены друг от друга тысячелетиями. Орудия первого периода появились в эпоху раннего палеолита. Второй период — время неолита. Итак, в глубокой древности в Сахаре было два периода высокой влажности. Тогда в ныне безводных районах существовала жизнь.

Первый влажный период приходится на эпоху раннего палеолита. Сахару в те времена населяли предки современного человека. Их каменные орудия найдены по всей территории Сахары. Все они очень единообразны. После этого периода влажного климата наступил весьма продолжительный период с очень засушливым климатом. Сахара превратилась в огромную пустыню, непригодную для жизни. Всякая растительность исчезла. Эта древняя пустыня была намного больше современной Сахары.

Затем наступил второй влажный период, уже в эпоху неолита. Именно в это время Сахару населяли племена охотников и рыболовов, которые жили на берегах больших рек и озер. Могучие реки в то время прорезали ущелья в горных массивах. Сейчас рек нет, остались только ущелья. Орудия в этот неолитический период очень разнообразны, но встречались они не повсеместно. В районах каменистых и песчаных пустынь их не обнаружили. Основными орудиями были лук и стрелы. Население занималось преимущественно охотой. Как уже говорилось выше, были найдены каменные серпы и зернотерки, также каменные.

Неолит Сахары не уступает по возрасту неолитическим культурам Египта. Более того, ученые полагают, что Сахара (Тибести) была центром, откуда распространялись культурные влияния на Фаюм, Хартум и Танере.

Но в Сахаре второй раз наступил период сухого климата.

Периоды влажного климата обнаруживаются и по раскопкам древнейшего города Ур ("Ур халдеев") в Месопотамии (современный Южный Ирак). Город находился в междуречье рек Тигра и Евфрата, в 16 км к западу от современного русла Евфрата.

Раскопки "Ура халдеев" проводила экспедиция под началом Леонарда Вулли с 1922 по 1934 г. Было подтверждено то, о чем писал Геродот об Ассирии и Вавилоне. Вавилон был возведен во времена царицы Семирамиды. Геродот приводит описание Вавилонской башни. Ее руины обнаружила экспедиция Вулли.

Вавилон унаследовал высокую культуру от шумеров, которые раньше населяли Ассирию. Государство шумеров располагалось в общей долине рек Тигра и Евфрата. Это была аллювиальная равнина, сложенная из плодородных речных отложений.

Раскопки свидетельствуют о том, что первые поселенцы позднего неолита селились на илистых речных островах, которые лежали среди заболоченных равнин. Были обнаружены и руины дворцов, и царские могилы. Найденные в могилах сокровища говорят о поразительно высокоразвитой цивилизации.

Раскопки дали информацию и об изменении климата. Верхний слой до 19 м состоял из обычной смеси мусора, развалившихся необожженных кирпичей, золы и черепков. В этом слое (горизонте) находились гробницы. В них археологи обнаружили аллювиальные отложения толщиной до 2,5 м. В них не было никаких следов культуры. Затем под аллювием были найдены следы человека. Это были распавшиеся необожженные кирпичи, зола и черепки расписной посуды. Они принадлежали людям позднего неолита. Ниже этого слоя была зеленоватая глина. В ней не было следов деятельности человека. Эта толща формировалась при постепенном заполнении бывшего морского залива на месте единой дельты рек Тигра и Евфрата.

Раскопки, проведенные экспедицией Вулли, однозначно подтверждают, что в позднем неолите здесь был потоп.

В этот период влажный климат был не только в Центральной Сахаре и Месопотамии. Он прослеживается и в Средней Азии.

Особенно большая влажность в Средней Азии была на рубеже IV и III тысячелетий до н. э. Археолог С. П. Толстов пишет, что территории земель "древнего орошения" — между горным массивом Султан-Уиздагом на севере, Амударьей на западе и староречьем Суярган на востоке — представляли собой в это время обильно обводненную, влажную, болотистую страну, заросшую камышами и лесными зарослями. В это время были затоплены песчаные холмы с постройками, а значительная часть дельты Амударьи была превращена в водоем.

В середине III тысячелетия до н. э. наступил влажный период. Об этом, в частности, свидетельствует снижение уровней Онежского и Ладожского озер, а также заселение освободившейся местности людьми эпохи неолита. При исследовании побережья Ладожского и Онежского озер был обнаружен торф, который залегал на 3,1 м ниже современного уровня Ладоги. Этот торф, по мнению специалистов, образовался в первой половине суббореального периода, то есть 2600 лет до н. э. Значит, в это время уровень воды в Ладоге был на три метра ниже современного. Это подтверждают и исследования Онежского озера. Специалисты обнаружили культурный слой с обломками керамики, который относится к эпохе неолита, ниже современного уровня Онежского озера. На этом же уровне были обнаружены и древесные пни.

В это же самое время в Альпах сокращались ледники. Высоко в горах стали появляться первые поселения. Люди создали дороги через горные перевалы, которые в наше время закрыты ледниками. Данные однозначно свидетельствуют о том, что в этот период торфяники Западного Казахстана, Западной Сибири и Европейской территории бывшего СССР очень сильно усохли. Этот период пониженной увлажненности во второй половине II тысячелетия до н. э. сменился периодом повышенной влажности. При этом уровень Ладожского озера поднялся на 5,5 м выше современного и на 8,6 м выше того, который был в предыдущий период пониженной влажности. Исследования альпийских озер подтверждают наступление в это время влажного климата. Было показано, что в это время все свайные поселения погибли, поскольку они были затоплены при повышении уровня воды в озерах. Древние свайные поселения найдены почти во всех странах Европы. Они представляли собой поселки людей эпохи неолита, которые вырастали на озерах или реках. Жилища сооружали на сваях с настилом. Когда уровень воды сильно поднимался, люди покидали их.

В начале II тысячелетия до н. э. наступил очередной период пониженной влажности. Об этом достоверно свидетельствуют остатки поселений в поймах рек Русской равнины. В обычных условиях в поймах никто не селился, поскольку пойма обязательно будет залита водой. Собственно пойма — это часть долины вдоль реки, которая ежегодно заливается водой. То, что в этих поймах были обнаружены поселения, однозначно говорит о том, что они не заливались водой, поскольку уровень воды в реке значительно понизился.

При изучении остатков поселений в пойме Оки было установлено время, когда пойма не затапливалась рекой. Это была первая надпойменная терраса. Лесостепь тогда простиралась до широты Вологды. Это первый ксеротермический период. Таким образом,

изучение соотношения древних культурных слоев с отложениями речных пойм средней полосы Русской равнины дает убедительную картину заселения человеком пойм в период максимального усыхания водоемов, которое происходило во второй половине II тысячелетия до н. э. Это ксеротермический период.

При изучении морфологии и стратиграфии поймы среднего течения реки Дона было установлено, что в XV—XIV вв. до н. э. произошло значительное иссушение. Поэтому стоянки людей бронзового века располагались в пойме. Весенний сток Дона был небольшим, и пойма не затапливалась.

В наскальных рисунках Сахары (Тассилин-Алджер) прослеживается и третий период влажного климата. Он приходится на отрезок времени между 1000 г. до н. э. и началом нашей эры. К этому периоду относятся найденные в Тассилин наскальные изображения колесниц. Геродот также писал, что живущие в Ливии "гараманты охотятся в квадригах на пещерных эфиопов". Изображены не просто колесницы, а боевые колесницы. Анри Лот восстановил путь, которым проезжали на колесницах от залива Сирта через Сахару к Нигеру. На этом пути существовали большие источники воды. Она проходила по твердому грунту. Она обходила нагромождения песка и горные массивы. В 19 г. до н. э. римский правитель провинции (легат) Корнелий Бальба пересек Сахару от Разании до реки Нигер на колесницах.

Достоверно известно, что в римскую эпоху незадолго до н. э. Северная Африка являлась житницей Европы.

В начале I тысячелетия до н. э. климат в очередной раз стал влажным. Это подтверждают многие данные. В частности, исследования в Вологодской области свайных поселений на реке Людлоне, которая впадает в озеро Воже, показали, что в это время люди оставили свайные поселения, поскольку они были затоплены поднявшейся водой. То, что в это время был влажный климат, подтверждают и исследования дюн. Было установлено, что в это время увлажненного климата дюны не двигались. Это естественно, поскольку они были закреплены растительностью, которой хватало влаги.

Влажный климат означает обильные осадки. В этот период в Западной Европе были снежные и суровые зимы. По этой причине в начале первого тысячелетия до н. э. (в 219 г. до н. э.) Ганнибал испытал большие трудности при переходе через Альпы. Полибий об этом писал так: "Обстановка сложилась как-то особенно необыкновенно: на прежний снег, оставшийся от прежней зимы, выпал в этом году новый; легко было пробить этот снег ногами, так как он выпал недавно, был мягок и к тому же неглубок. Но, пробивши верхний слой и ступая по нижнему, отвердевшему, солдаты

уже не пробивали нижнего и двигались дальше, скользя обеими ногами: на земле так бывает с людьми, которые идут по дороге, сверху покрытой грязью".

Большая снежность в горах подпитывала уже существующие ледники. Это способствовало наступлению ледников стадии эгессен (200 г. до н. э.). Такое происходило не только в Альпах, но и в других горах, в частности на Кавказе. Здесь ледники продвинулись вниз по долинам. Создались напорные конечные морены. Они сохранились до настоящего времени. У нас эти морены называют моренами исторического оледенения. В Альпах их назвали моренами стадии эгессен.

Холода и большая снежность в это время наблюдались и на равнинах Западной Европы. Так, в 177 г. до н. э. в северной Греции и на юге Европы зима была очень суровой. В летописи сказано: "В ту зиму все деревья замерзли и сильные ветры сносили целые дома". В 8—10 гг. н. э. замерзал Дунай. Об этом свидетельствует Овидий: "Уже трижды становился от холода Истр и трижды твердела волна Евксинского моря, с тех пор как мы находимся на Понте".

В I тысячелетии н. э. влажность снова понизилась. Ледники стали отступать. Специалисты считают, что большинство современных горных ледников возникло после исчезновения снегов и льдов в начале первого тысячелетия н. э. В этот период климат на Кавказе был более сухим и теплым, чем климат Приэльбрусья в настоящее время. Гораздо выше находилась и верхняя граница леса. Естественно, что поселения также поднялись выше в горы. Все это стало возможным из-за значительного уменьшения оледенения. Исследователи не исключают, что в этот период оледенение в ряде мест, ранее покрытых льдом, и вовсе исчезло. Об этом свидетельствуют такие факты. А. В. Соколов взбирался на вершину Арарата в 1902 г. По пути на большой высоте он обнаружил участки дороги, которая была высечена в скалах. Более того, выше 4660 м ему встречались остатки различных сооружений. Местный житель ему это прокомментировал так: "Вот видите, было время, когда и наших отцов, и их отцов, и их отцов еще не было, а здесь жили люди и каналы строили, а теперь все пропало". Ученый А. М. Шостак также натолкнулся на древнюю колесную дорогу, когда путешествовал по Раче и Сванетии. Дорога проходила между реками Цхенис-Цхали и Ингури. Вдоль дороги путешественник обнаружил развалины поселений, которые находились на очень большой высоте: Он писал: "Я сперва предполагал ехать этим путем, но, ввиду отсутствия постоянного сообщения, не рискнул довериться проводникам, которые, впрочем, для того времени года сами не ручались за то, что на перевалах не встретится непроходимых снегов. Между тем несколько сот лет тому назад из Геби в Верхнюю Сванетию существовала колесная дорога".

Очень любопытны сведения о ледяной шапке острова Виктория, который находится между Землей Франца-Иосифа и Шпицбергеном. Сообщалось, что летом 1961 г. из-под отступившего края ледниковой шапки острова Виктория вытаял древесный ствол плавника. Специалисты определили, что абсолютный возраст этого древесного ствола равен 1035±120 годам. Измерения были проведены весьма точным радиоуглеродным методом. Из этого факта следует, что около тысячи лет назад ледник не закрывал весь купол острова Виктория. Возможно, что ледникового покрова на острове и вообще не было, а рос прекрасный лес. Ведь и другие данные говорят за то, что в то время климат Северной Атлантики был относительно мягким. В то время ледники Скандинавии, Исландии и Гренландии отступали. В этих благоприятных климатических условиях норвежцы успешно колонизовали не только Исландию, но и Западную Гренландию. Таким образом, значительное и резкое сокращение оледенения в Европе в раннее средневековье (X в. н. э.) проявлялось значительным потеплением в Арктике.

Исследователи обнаружили и в Сибири следы значительных сокращений ледников, которые в свое время сменялись их разрастанием. Явные доказательства потепления в это время находят не только в Сибири, но и на Урале. Климат там становился суше. Поэтому ландшафтные зоны смещались. Например, в начале нашей эры в Большеземельной тундре был лес. Подтверждением этому служит то, что там до сих пор находят пни деревьев. А это на 200 км севернее современной границы тундры. Холод потеснил ее к югу. Люди были вынуждены переселяться в другие зоны. О. Н. Бадер об этом пишет так: “Вероятно, толчки для этнических сдвигов исходили обычно из степей, превращавшихся местами в полупустыни; в этих условиях кочевые племена скотоводов не могли более прокармливать свои многочисленные стада и должны были искать новые пастбища”.

Специалисты изучают изменение климата в прошлом и по распределению и содержанию пыльцы древесных пород в торфе. Так, детальное изучение торфа Усманского болота в Воронежской области позволили судить об изменении климата в этих местах за последние 2000—2500 лет. Кропотливое изучение состава пыльцы в каждом тончайшем слое позволяет делать выводы о том, какие деревья здесь росли в данный период. Двигаясь вглубь торфа от одного слоя к другому, вы путешествуете по времени от одного климата к другому. Так восстанавливается хронология климата. В частности, было установлено, что с наступлением все более сухого климата в V—IX вв. н. э. резко увеличилось количество сосны и уменьшилось количество березы. Максимальное распространение дуба в Усманском бору за последние 2500 лет приходится на VIII в. н. э. А это однозначно свидетельствует о существенном потеплении.

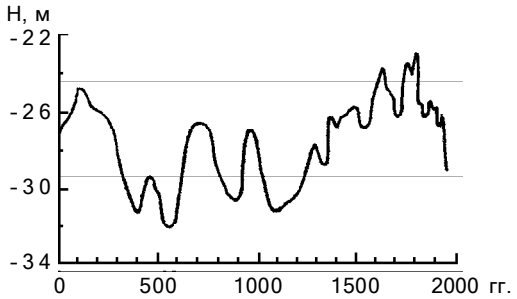

Рис. 34. *Колебания уровня Каспийского моря за последние 2000 лет*

Изменение уровня Каспийского моря служит наглядным доказательством изменения влажности климата. На рис. 34 показано изменение уровня Каспийского моря за последние 2000 лет. В V в. до н. э. на берегу Каспийского моря была построена крепость Дербент. Крепостные стены ограждали порт со стороны моря. Эти стены уходили в море почти на два километра. Для их постройки требовалось много камня. Его добывали в больших каменоломнях, расположенных в 4 км к северу от крепости. В каменоломнях часть старых рубок камня оказалась на 30 м под водой. В VI в. н. э. уровень Каспийского моря был ниже современного на 2 м. Как видно на рисунке, уровень Каспийского моря менялся ритмически. В разные периоды крепость Дербент смотрелась по-разному. В 1623 г. московский купец Котов свои впечатления от города описал так: "А Дербень город каменный белы, бывал крепок, только не люден, а стоит концом, на горы, а другим концом в море, а длиной в горы больше 3 верст... И сказывают, что того города море взяло башен с 30, а теперь башня в воде велика и крепка".

В 1234 г. н. э. уровень Каспия был на 30,13 м ниже современного. Показательно и то, что к югу от Ленкорани были обнаружены 18 торчавших из-под воды пней. Специалисты установили, что это остатки деревьев, которые росли еще в 1300 г. н. э. Некоторые пни в наше время находились на глубине 2 м. Поэтому можно заключить, что уровень моря тогда был на 32 м ниже уровня Мирового океана.

Показателен и такой факт. К северу от Апшеронской дамбы было найдено старинное кладбище. На нем захоронения производились в больших гробах из камня. Поскольку могилы находятся как на современном уровне моря, так и под водой, можно заключить, что уровень моря в то время был ниже современного на 31,37 м.

Понижение влажности, или, другими словами, увеличение сухости климата в первом тысячелетии н. э. не обошло и Сахару.

Именно в те времена в Центральной Сахаре пересохли реки и озера. Это подтверждается котловинами высохших озер и сухими руслами рек.

Влияние изменения климата на деятельность и жизнь человека иллюстрируется историей колонизации Гренландии. Она была открыта норманнами в 880 г. н. э. Колонизация ее началась в 870 г. Эту трагическую историю стоит описать хотя бы кратко.

Колонизация Гренландии началась потому, что там были благоприятные условия для жизни. Климат был значительно мягче, чем сейчас. Березовые леса простирались от моря до гор. Ледников был значительно меньше. В Гренландии были плодородные земли и хорошие пастбища. 4—5 тысяч норвежских колонистов в 895 г. отправились туда на 25 мореходных судах. Они расселились в двух районах (Восточной и Западной колониях), которые разделяли 12 дней пути.

Руководил колонистами норвежский моряк Эрик Рыжий. В 999 г. его сына Лайфа, который плыл из Норвегии в Гренландию, буря отнесла к берегам Америки. Он вернулся оттуда с ветками дикого винограда и колосьями дикой пшеницы. Норманны назвали новую землю Страной винограда (Винланд). Они решили, что имеет смысл колонизовать и ее. Для этого в 1003 г. 160 колонистов на трех кораблях отправились в Америку. Они прошли вдоль ее побережья от Лабрадора (страны плоских камней) к югу и достигли Ньюфаундленда (Лесная страна). Зиму 1003—1004 гг. они провели в Теамфиорде (в фиорде Течений) и только летом достигли желанного Винланда. Здесь они провели вторую зиму. Впоследствии они глубоко проникли на американский континент и постепенно смешались с местным населением. От местных жителей-индейцев они отличались белым цветом кожи. Поэтому европейцы, которые значительно позже попали в Америку, недоумевали, откуда там взялись "белые индейцы". Возможно, это и были потомки бывших колонистов-норманнов.

В 1355 г. норвежский король Эриксон послал миссию в Гренландию с задачей обратить в христианство гренландских колонистов, поскольку те постепенно смешивались с эскимосами и индейцами и отходили от христианской веры. Эти миссионеры не ограничились Гренландией, а последовали за колонистами в Америку. Но здесь они закончили жизнь трагически. Об этом они оставили запись на каменной плите, которая была обнаружена только в 1898 г. На ней было написано следующее:

"Мы 8 готов (шведов) и 22 норвежца во время разведочного путешествия из Винланда через запад разбили лагерь у двух скалистых островов на расстоянии однодневного перехода к северу от этого камня. Мы ушли из лагеря и ловили рыбу один день. Когда

мы вернулись, нашли 10 наших людей красными от крови и мертвыми. Спаси нас от зла Ave Maria. 10 человек из нашей партии у моря наблюдают за нашим кораблем в 14 днях пути от этого острова. Год 1362".

Уже в наше время были найдены руины древнего поселения, а также пни деревьев, которые росли во времена колонистов. С помощью радиокарбонового анализа древесного угля, который был обнаружен в жилищах, был определен абсолютный возраст. Он оказался в пределах 900±80 лет и 1060±70 лет. Это подтверждает, что поселения норманнов в Америке возникли в X—XI вв.

Период сухого и теплого климата длился примерно шесть веков, от V до XII вв. н. э. Затем началось похолодание. Климат становится холодным и влажным. На Гренландию надвигаются льды. Уже в середине XIV в. население Гренландии перестало заниматься земледелием и скотоводством. Льды отделили колонистов от их родины — Скандинавии. Последний корабль в Гренландию прибыл в 1377 г., а из Гренландии последний корабль отправился в Скандинавию в 1410 г. Спустя более чем сто лет, в 1542 г., из Норвегии было направлено судно для обследования территории Восточной колонии. Но оно пришло слишком поздно — никого из жителей там уже не было.

В Исландии с конца XV в. также усилилось похолодание. Северное побережье блокировали льды. Климат стал полярным. Культурные земли и поселения занимали ледники. Пастбища беднели, растительность стала скудной. Население было вытеснено ледниками. В это же время замерзло Адриатическое море, а также вся поверхность Балтийского моря.

Температуру, которая была тогда, можно измерить сейчас. Она консервируется ледниками, которые служат своего рода термосом. Установлено, что при изменении внешней температуры в леднике температура меняется только в слое толщиной около 20 м. Глубже в леднике температура не меняется, что бы ни происходило снаружи. Значит, можно углубиться в ледник и измерить там температуру. Поскольку она там оставалась все время неизменной, можно узнать, какой она была в прошлом, в XIV—XVII вв. н. э. Именно во времена значительного охлаждения в XIV—XVI вв. н. э., в результате которого произошла ледяная блокада Гренландии, образовались запасы холода в ледниках. До этого времени было теплее. Это подтверждает тот факт, что под ледниками на глубине 47 м были найдены остатки растений, возраст которых равен 200 годам.

Этот период похолодания был назван учеными малым ледниковым периодом. Ледники стали образовываться потому, что во влажном холодном климате выпадало много снега и града. Когда же в XVII в. н. э. в фирновых бассейнах их скопилось очень много,

образовались ледники. Они начали наступать, неся с собой бедствия для людей. Так, в Альпах, в массиве Высокий Тауэрн рудники по добыче золота были раздавлены надвинувшимися ледниками. А рудники там существовали с начала нашей эры. До этого малого ледникового периода на Земле было теплее, чем сейчас. И это теплое время сменилось очень холодными и мощными ледниками.

Ледники наступали не только в Альпах. Они двигались во всех горах северного полушария, в частности на Кавказе. В 1845 г. конец ледника Большой Азау (Эльбрус) надвинулся на густой сосновый лес и лег на него, как на щетку: стволы сосен с зеленой хвоей торчали из ледника.

Ледники приносили огромные разрушения и бедствия. При их движении часто происходило подпруживание боковых притоков реки и образовались ледяные запруды. Выше этих запруд возникали озера. Но когда эти запруды прорывались — это была катастрофа. Например, в результате сползания нижнего конца ледника Казбек (Орцвери) образовалась ледяная плотина, за которой скопилось много воды и всякого обломочного материала. Затем плотина из льда прорвалась, и вал воды, льда и обломочного материала хлынул по руслу (а также по всей долине) реки Чхари. Последствия этого были ужасные.

Нечто подобное произошло и в Альпах. С 1599 по 1848 г. ледник Фернагтфернер в Рофнерской долине несколько раз создавал запруды. Высота их достигала 140 м. Так возникло Рофнерское озеро. Все это в 1848 г. закончилось страшной катастрофой. Озеро длиною в 1 км и глубиною 80 м, содержащее около 3 млн. кубических метров воды, опорожнилось в течение всего одного часа. Огромный вал воды и разного материала разрушил все на своем пути и унес много жизней.

В 1938 г. в хребте Каракорум в Азии боковые ледники продвинулись в главные долины и образовали запруды. Выше запруд возник ряд озер длиною в несколько километров. Ширина этого водного коридора доходила до одного километра. Глубина воды превышала 100 м. Здесь скопилось около полутора миллионов кубических метров воды. И вся эта вода в один миг прорвала запруду и принялась крушить все на своем пути. Подобное происходило в разных местах весьма часто.

Опасны также ледяные обвалы. Они образуются в тех случаях, когда фирн и лед обильно поступают из области питания, в результате чего скорость движения ледника увеличивается и происходит обвал. Такие ледяные обвалы происходили в разных местах, в частности на Военно-Грузинской дороге. Там 13 августа 1832 г. лед объемом в полтора миллиона кубических сажен обвалился и перекрыл ущелье реки Терек на протяжении 2 км. Этот же ледяной об-

вал в Дарьяльском ущелье разрушил полотно дороги. Обвалившийся лед таял в течение нескольких лет.

В 1902 г. огромный ледяной обвал произошел на Кавказе в долине реки Геналдон. Двигалась смесь из льда и снега общим объемом около восьми миллионов кубических сажен со скоростью 12 верст, за 5—8 секунд. Этот поток снега и льда полностью уничтожил высокогорный курорт Кармадон. После этого ледяного обвала река Геналдон ниже ледяной плотины сильно обмелела. Но не надолго. Через несколько часов прорвалась запруда и воды подпрудного озера огромным разрушительным валом пронеслись по долинам рек Геналдон и Гизельдон. Долины были покрыты сплошной массой льда, снега и камней на протяжении 12 верст. О масштабах происходящего говорит то, что при прохождении этого ледяного обвала возникали ледяные волны высотой до 100 м над дном долины. Любопытно, что аулы Тменику и Кони построены очень высоко над дном долины. Жители не без основания опасались селиться в долинах.

В Альпах происходило нечто подобное. 11 сентября 1895 г. от Ательского ледника в Бернских Альпах оторвалась глыба и понеслась вниз. Ледяная лавина, содержащая около четырех миллионов кубических метров льда, завалила альпийские пастбища площадью почти триста гектаров. В 1901 г. ледяной обвал с ледника Росбоден уничтожил деревню Эгген на южной стороне перевала Симилон.

Многовековые колебания влажности за последние шесть тысяч лет показаны на рис. 35. За это время имели место 4 периода влажного климата (на рисунке обозначено цифрами 1, 2, 3 и 4) и четыре периода сухого климата (цифры 5, 6, 7 и 8). Дадим краткую характеристику этих восьми периодов.

1. Открытые Вуллем следы затопления в стране Шумеров (Вавилон — Месопотамия). Повышение влажности в Сахаре и время появления пастухов-скотоводов. Первые затопления свайных построек на альпийских озерах.

2. Оледенение стадии данау. Гибель всех свайных поселений среднего и позднего неолита. Повышение влажности и быстрое на-

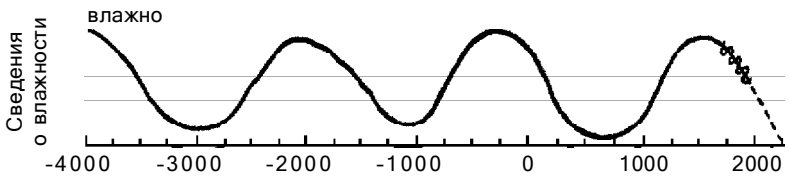

Рис. 35. *Схема колебания влажности на материках северного полушария*

растание торфяников в Северной Европе, Западной Сибири, Западном Казахстане. Наступление леса на степь. Ладожская трансгрессия. Пастбища в Сахаре. Второй дождливый период (эпоха неолита). Наскальные рисунки Тассилин.

3. Погребенный гумусовый слой в дюнах Онежского побережья. Замерзание Амударьи на пять месяцев (сейчас 2 месяца). Наступление горного и океанского оледенения эгессен. Гибель свайных построек бронзового века на альпийских озерах. Холодная и влажная эпоха V—VI вв. до н. э. Катастрофические наводнения изменили конфигурацию Северного и частично Балтийского моря. Века страшных зим. Влажность в Африке. Фрески Тассилин третьего дождливого периода. Римляне пересекали Сахару на колесницах.

4. Затопление города Абескун. Нашествие змей в городе Янгикент. Сильные холода в Европе. Река Тургай впадала в Сырдарью. Опустошение побережья Северного моря наводнением. Разрастание горного оледенения в Альпах и на Кавказе. Сильнейшие штормы у побережий Европы. Ледяная блокада Гренландии. Оледенение Северной Атлантики и Арктики достигло максимума. Разрастание ледникового покрова до островов Виктория, Земли Франца-Иосифа. Уровень Каспия достиг максимума. Каспийское море поглотило часть города Баку.

5. Понижение уровня альпийских озер и возникновение поселений раннего неолита. Оледенение Северной Атлантики сильно сократилось. Уровень Ладоги и Онеги был ниже, чем в XIX в. н. э. Торфяники Западного Казахстана, Европейской части бывшего СССР, Западной Сибири сильно высохли. Высыхание Сахары.

6. Отступание оледенения в Альпах. Заселение высокогорных долин. Понижение уровня альпийских озер. Распространение стоянок человека в поймах. Высыхание торфяников Европы, Западной Сибири, Западного Казахстана. Продвижение лесов к северу. Низкий уровень озера Лаче. Усиленное дюнообразование на севере и на юго-востоке Европейской части бывшего СССР. Засушливый период в Сахаре.

7. Архызский перерыв в оледенении и снежности. Малое оледенение Северной Атлантики и Арктики. Исчезновение ледников на острове Виктория. Наинизший уровень Каспия (V—VI вв. н. э.). Открытие норманнами Исландии, Гренландии. Первое посещение Северной Америки (Винланд). Отсутствие горного оледенения.

Заселение горных долин в Альпах и на Кавказе (Теберда, Архыз). Самый низкий уровень Каспия. Возникновение ныне погребенного горизонта почв в Приэльбрусье и Хибинах. Постройка города Янгикент.

8. Деградация оледенения. Потепление Арктики. Усиление схода гляциальных селей. Усыхание степных озер Сибири и Западного Казахстана. Понижение уровня Каспийского моря. Продвижение южных растений и животных к северу.

КЛИМАТ В ЭПОХУ НОВОЙ ЖИЗНИ

Теперь более детально проанализируем, как менялся климат на Земле с того момента, когда появился человек. Собственно, это для нас наиболее важно в смысле освещения проблемы выживания человечества. Чтобы знать, как вынести то, что нас ждет, мы должны как можно полнее представлять, что уже с нами (человечеством) было и как мы это перенесли. Так что же было?

Посмотрите внимательно на рис. 36, на котором показана геологическая шкала времени. Мы будем рассматривать кайнозойскую эру. Ей предшествовала мезозойская эра, в которую входило три периода: триасс, Юра и мел. Граница между мезозойской эрой и эрой кайнозойской не является формальной. На этой временной границе происходили очень большие, радикальные изменения во всем: в движении материков, в климате, в растительном и животном мире. Многое из того, что тогда происходило, остается до сих пор неразгаданным. Сам Дарвин был ошеломлен тем, как все быстро менялось, и поэтому назвал это "отвратительной тайной". Почему "отвратительной"? Потому, что ему не удалось ее разгадать. Но расскажем обо всем по порядку.

Эра, в которую мы живем (кайнозойская), недаром получила название — эра новой жизни. Предыдущая эра (мезозойская) называлась эрой средней жизни. Переход из одной эры в другую происходил весьма драматично.

В конце мезозойской эры существовал единый суперконтинент — Пангея. Но он начал распадаться на части, из которых стали образовываться современные континенты. Раздвижение литосферных плит ускорялось. В результате Мировой океан менялся из-за поднятия дна. Воды Мирового океана затопляли значительную часть суши. Со временем один из осколков бывшего единого континента переместился в направлении южного полюса. Из этого осколка затем образовались Антарктида и Австралия. Эти события происходили в меловой период мезозойской эры, за которым следовала наша кайнозойская эра.

В меловой период в мире менялось все. Кстати, именно в это время вымерли динозавры. Но решая проблему исчезновения ди-

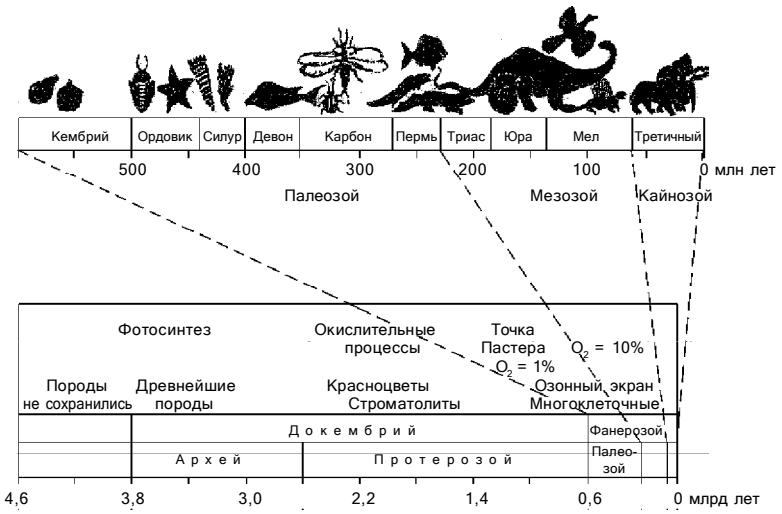

Рис. 36. *Геологическая шкала времени*

нозавров, как специалисты, так и любители забывают о том, что в это же время исчезли и многие другие старые формы жизни, а вместо них появились более близкие к нам новые формы. Поэтому новая эра и была названа эрой новой жизни. Например, смена растительности была настолько радикальной, что она потрясает больше, чем исчезновение динозавров. В это время на смену господству голосемянных и споровых пришло царство цветковых-покрытосемянных.

Поразительно изменился и мир насекомых, хотя они являются самыми устойчивыми обитателями Земли. Таким образом, изменились океан, суша, растительность, насекомые и даже почвы. Мир морских животных также изменился. Современники динозавров аммониты также вымерли. Важно, что все эти изменения происходили весьма быстро (конечно, в геологическом масштабе времени).

В меловой период воды Мирового океана затопили 40% суши. Но этот процесс был колебательным — эта величина постепенно менялась в ту и другую сторону. Другими словами, обстановка во всех отношениях была изменчивой. Анализ палеоботанических данных показывает, что в это время цветковые растения захватили самую динамическую часть суши — пространства вблизи воды. Особенно благоприятными оказывались периоды, когда воды океана отступали. За ними тут же следовали цветковые растения, покрывающие сплошным ковром недавно залитые водой почвы.

Надо иметь в виду, что меловой период был теплым и устойчивым в смысле температуры. За миллионы лет температура изменялась всего на несколько градусов. Речь идет о средней температуре поверхности Земли. В то время особенно тепло было в высоких широтах южного и северного полушарий. Даже при относительном похолодании на широте 70° (широта Мурманска) температура была такой же, как в настоящее время южнее Москвы. Север тогда еще не был севером.

В нашу кайнозойскую эру средняя температура поверхности Земли стала понижаться. Происходил переход от эпохи теплой к эпохе оледенения. Исследование разных вещественных свидетельств установило, что в начале кайнозойской эры такие области, как ныне покрытая льдом Баффинова Земля у северных берегов Канады, имели растительность, которая сейчас присуща южным приатлантическим штатам США. На островах вблизи побережья Антарктиды в отложениях начала кайнозойской эры были обнаружены остатки листопадных и хвойных деревьев. Из этого можно сделать вывод, что существовали зимы со снежным покровом. С другой стороны, ясно, что было значительно теплее, чем сейчас.

В это время в северном полушарии начал формироваться Северный Ледовитый океан. Рельеф суши изменялся. Открылись северо-западный и северо-восточный проходы. Гренландия при этом сместилась на север, к своему теперешнему положению. Антарктида составляла единое целое с Австралией. Они продолжали дрейфовать на юг, в район южного географического полюса. На каком-то этапе Австралия откололась от Антарктиды. Напомним, что перемещение континентов означает перемещение литосферных плит. Континенты впаяны в плиты. Движение литосферных плит, о котором можно судить по движению континентов, неизбежно сопровождалось поднятием и опусканием различных участков суши. Мы уже говорили о том, что смещение континентов неизбежно приводит к изменению глобального климата. Материки в обоих полушариях смещались в сторону полюсов. А это обязательно должно было привести к понижению температуры. Важным этапом на пути к глобальному похолоданию стало смещение Антарктиды к южному полюсу. Когда она стабилизировалась вокруг южного полюса — глобальный земной холодильник заработал в полную силу.

Далее, примерно 27—28 млн. лет назад Южная Америка отделилась от Антарктиды. Образовался пролив Дрейка. Для климата это имело очень принципиальное значение. Создалась возможность образования вокруг южно-полярного материка сплошного кругового океанического течения. С этого момента этот материк (Антарктида) оказался полностью отрезанным от остального мира. Это и

был тот последний штрих, который завершил запуск глобального холодильника в максимальном режиме. Пошел процесс интенсивного образования Антарктического ледникового панциря.

Значительное похолодание, которое сменило плавное снижение температуры в кайнозое, произошло, когда между Антарктидой и оторвавшейся от нее Австралией образовался более глубокий пролив. Это позволило образоваться вокруг Антарктиды циркумполярному течению (но еще не замкнутому). Это произошло примерно 38 млн. лет назад. Только с отделением Южной Америки это течение смогло замкнуться и холодильная его возможность сильно увеличилась.

Появление ледникового панциря в Антарктиде существенно изменило отражательную способность Земли в глобальном масштабе. Снег и лед отражает свет очень хорошо. Значит, значительная часть пришедшей к Земле солнечной энергии направлялась снежно-ледниковым покровом Антарктиды обратно в космос. Земле ее стало не хватать, поэтому ее температура стала снижаться. Поэтому стала меняться растительность. До сих пор в высоких широтах была субтропическая растительность. С похолоданием ее стала замещать растительность, характерная для умеренных и холодных широт.

Под влиянием южного холодильника стало развиваться оледенение в северном полушарии. Примерно 10 млн. лет назад появились ледники в горах Аляски. Гренландский ледниковый покров возник значительно позднее, не ранее 3,5 млн. лет назад. В Исландии ледники возникли не менее 10 млн. лет назад.

Образование постоянного ледяного покрова в Северном Ледовитом океане очень важно для климата. Он сформировался примерно 4—5 млн. лет назад.

Как видим, произошли слишком значительные изменения, которые подвели климатическую систему к некоторому критическому порогу. За этим порогом должна была начаться существенная перестройка системы. Это показано на рис. 37. Здесь изображено изменение средней температуры у поверхности Земли в течение кайнозойской эры. Видно, что около 2—3 млн. лет назад общее постепенное понижение температуры сменилось практически периодическими ее колебаниями. Периодичность связана с разрастанием покровных оледенений на материках северного полушария и на прилегающих к ним шельфах. Одновременно все больше и больше разрастался антарктический ледниковый покров. Кстати, нынешняя средняя температура у поверхности Земли, равная 15 °С (288 К — по абсолютной шкале), является пороговой температурой при существующей сейчас климатической системе. Это надо иметь в виду, поскольку любой сдвиг по шкале температур может привести к колебательному изменению температуры и к кардинальной пере-

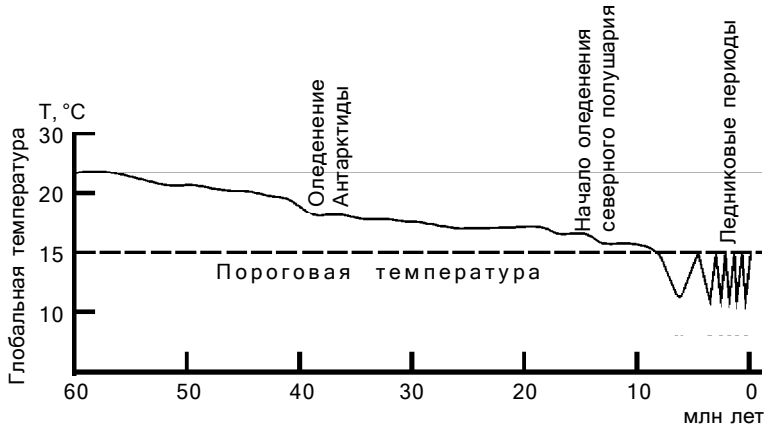

Рис. 37. *Изменения средней температуры поверхности Земли в течение кайнозоя*

стройке климатической системы, к непредсказуемому изменению климата. В то время пороговая температура была иной, но последствия ее изменения очевидны. Наступили колебательные изменения средней температуры (то есть климата).

Раньше считалось, что в этот период было всего четыре ледниковых подпериода. Но более поздние данные дают основания полагать, что их было 18. То есть 18 раз ледниковый покров максимально расширялся и затем сужался до областей вокруг полюсов.

Чтобы не было путаницы, мы еще раз подчеркнем, что не надо путать эпохи оледенения, о которых мы говорили раньше и которые длились очень долго, и ледниковые периоды, относительно (в масштабе геологического времени) короткие, которые имели место уже в нашу кайнозойскую эру.

Колебательное изменение ледникового покрова (то он разрастался, то сужался — и так 10 раз) неизменно вызывало существенные изменения климата. Климатическая система не могла не реагировать на динамику ледников, поскольку менялось количество солнечной энергии, которую усваивала Земля. Чем большая ее поверхность была покрыта льдами, тем больше приходящей к Земле энергии отражалось снежным и ледовым покровом обратно в космос. Поэтому на Земле холодало. Когда ледников было меньше, больше солнечной энергии усваивала Земля и средняя температура у ее поверхности увеличивалась. Колебания температуры были весьма существенными. Это и понятно, если иметь в виду, что при максимальном расширении ледники покрывали примерно треть всей суши

планеты. Колебания средней температуры в разные фазы движения ледников составляли не менее 6 °С. В умеренных широтах температура была ниже современной как минимум на 10 °С.

Самый близкий к нам ледниковый период изучен, естественно, наиболее полно — больше удалось собрать данных о нем. Ученые его называют валдайским. Ему предшествовало межледниковье. Это было примерно 125 тысяч лет назад. Тогда был теплый климат. Границы растительности по сравнению с современными были намного ближе к полюсам — в Северной Америке на 300—400 км, а в Сибири на все 600 км. Поскольку льды растаяли, уровень Мирового океана повысился на 5—8 м. Это то, что угрожает нам сейчас. Казалось бы, что такое 5 или даже 10 м, этого можно даже не заметить. Но не тут-то было. Если не дай Бог это произойдет в наше время, то оно обернется для нас всех огромной трагедией и неисчислимыми материальными потерями. Судите сами: гавани и порты по всей Земле со всеми их постройками, техническими средствами окажутся под водой. Прибрежная линия очень существенно сместится вглубь континентов. Кроме того, будут залиты водой практически все плодородные земли. Можно уверенно сказать, что человечество это не перенесет, а те, кто перенесет это бедствие, будут совсем иными, им не позавидуешь. Так что нам есть чего бояться, тем более что мы слишком далеко оторвались от природы и намертво зависим от технического прогресса.

Межледниковье с его теплым климатом длилось недолго. Буквально спустя 5 тысяч лет после его расцвета (пика тепла) начался очередной (последний для нас) ледниковый период. Он вызвал огромные перемены. Уровень океана понизился примерно на 60—100 м. Это произошло потому, что замерзшая океаническая вода в виде огромного количества льдов переместилась на сушу. В Северной Америке возник Лаврентьевский, а в Европе — Скандинавский ледниковые покровы. Ледниковый период не был однородным. Специалисты его делят на две части более теплым периодом. Этот теплый интервал имел место от 60 до 25 тысяч лет назад. Потеплело потому, что ледниковый покров в Северной Америке отступил к северу и востоку и отделился от Кордильерского ледяного щита на западном побережье. Ледниковый покров в Европе отступал к предгорьям в Норвегии и Швеции. Но распад ледников в этот теплый промежуток времени был отнюдь не полным, и уровень Мирового океана продолжал оставаться очень низким. Именно поэтому оголилась перемычка между Азией и Америкой, что позволяло человеку каменного века свободно перемещаться с одного континента на другой.

Последнее разрастание ледникового покрова началось 25 тысяч лет назад. В северном полушарии ледники достигли своего мак-

симума примерно 18 тысяч лет назад. Климат на Земле в этот период стал суше, а температура воздуха над ледниковыми поверхностями была очень низкой. Над экватором она была примерно такой же, как сейчас. Пик оледенения 16 тысяч лет назад сменился фазой быстрого таяния льда. В продолжение 5 тысяч лет количество льда сократилось примерно вдвое, а 8 тысяч лет назад Скандинавский ледниковый покров исчез полностью. Спустя 2 тысячи лет исчез и мощный Лаврентьевский ледник в Северной Америке.

Мы говорили о северном полушарии. Но то же самое, по сути, происходило и в южном полушарии. В Южной Америке в Кордильерах образовался ледниковый щит, а в горах Австралии и Новой Зеландии образовались ледниковые шапки. Расширялся и антарктический ледниковый щит. Граница этого щита совпадала с границей между ледниковым шельфом и глубокой частью океана.

Ученые единодушны в том, что при современном состоянии климатической системы изменения климата в глобальном масштабе зависят от ледникового покрова в Антарктиде. Это своего рода демпфер, стабилизатор. Площадь его всегда не менее десяти миллионов квадратных километров. Поэтому даже в межледниковые периоды не происходит резкого повышения температуры. Именно антарктический ледниковый покров удерживает критическую пороговую температуру воздуха почти на одном уровне. В межледниковье она увеличивается не более, чем на два градуса. Стабильность связана с тем, что в периоды расширения ледников Антарктический ледник не может себе позволить выйти за пределы своей зоны (мелководья). Открытый глубокий океан препятствует образованию ледника. Поэтому в этом смысле оба полушария оказываются не равноправными, не идентичными в смысле динамики ледников и изменения температуры. Так, когда в северном полушарии люто свирепствуют ледники, в южном полушарии все остается стабильно — сохраняется сравнительно теплая обстановка. Собственно, главным стабилизатором климата на планете является Мировой океан. Такую огромную массу воды трудно быстро нагреть, но ее так же трудно быстро охладить. В этом и состоит суть стабилизации. В южном полушарии более стабильный климат потому, что большую его часть занимает Мировой океан, играющий роль стабилизатора.

В природе все устроено очень мудро: жизнь содержит в себе смерть, а смерть содержит в себе жизнь. Можно думать, что раз ледник стал расширяться, то так может продолжаться до бесконечности, поскольку отражательная способность увеличивается, а температура при этом должна падать. Но до каких пор? Кто остановит этот процесс? Его остановит атмосфера, движение атмосферного воздуха. Дело в том, что над ледниковым покровом создаются

условия для формирования области высокого давления, то есть антициклона. Этот воздушный вихрь с высоким атмосферным давлением препятствует проникновению сюда циклонов, которые несут осадки. Так ледник лишается существенной подпитки в виде осадков. Поэтому он перестает расти, расширяться. Более того, он постепенно начинает распадаться, поскольку таяние льда не восполняется его притоком из центральной части ледника. Так все регулируется естественным путем.

Мы не будем рассматривать многочисленные гипотезы объяснения наступления ледниковых периодов. Все они любопытны с точки зрения того, насколько все взаимосвязано. Можно дернуть за одну из множества ниточек — и начнется образование ледников. Один Бог знает, за что можно дергать, а за что нельзя. Во всяком случае, современный человек об этом и вовсе не задумывается и дергает за все, что ему взбредет в голову. Но это до поры до времени. В природе как аукнется, так и откликнется. Рано или поздно отклик обязательно последует. В чем он будет состоять — вот вопрос.

Что же касается образования ледников, то самый простой механизм следующий. В данном районе снежные зимы несколько лет следуют одна за другой. Бывает же такое. В результате при холодных летних условиях на плато и в равнинах формируются поля снега, который не успевает растаять летом и поэтому существует круглый год. Снежный покров увеличивает отражение солнечной энергии обратно в космос, поэтому температура должна в конце концов понижаться. Это начало. А дальше образование ледника будет само себя подстегивать, пока его не остановит образовавшийся над центральной частью ледника антициклон. Как видите, гигантские изменения в природе могут начаться (и начинаются) с очень незначительных изменений, которые нам кажутся случайными. Но в природе ничего случайного нет.

Для образования ледника (ледников) в самом начале должно произойти хотя бы незначительное понижение температуры. Дальше все пойдет само собой. Ученые считают, что в северном полушарии в любое время может произойти перестройка атмосферной циркуляции только потому, что эта циркуляция неустойчива. Если это произойдет (а при неустановившейся циркуляции атмосферного воздуха это может произойти в любое время), то над северной Атлантикой будет удерживаться холодный воздух. В результате зимний сезон удлинится, и выпадет большое количество осадков в виде снега. Это сформирует холодные летние условия, что будет способствовать сохранению снежного покрова до следующей зимы. А дальше последуют второй и третий холодные годы и грянет начало образования ледников.

Мы говорили о неустановившейся циркуляции атмосферного воздуха, в результате чего может развиться практически любой процесс, неблагоприятный в смысле сохранения постоянным климата. Но мы сами можем внести такие изменения в атмосферу, при которых эта неустойчивость проявится обязательно, и в самых неблагоприятных для нас формах.

Сосредоточив свое внимание на самой климатической системе, мы не должны забывать то, чем определяется климат, то есть солнечную энергию. Вернее, нас должна интересовать та часть солнечной энергии, которая достигает поверхности Земли и усваивается ею. Эта энергия зависит не только от того, чем покрыта поверхность Земли (песок, снег, лед, вода и т. д.). Эта энергия зависит и от того угла, под которым солнечные лучи падают на земную поверхность. Ясно, что этот угол падения солнечных лучей на экваторе один, на полюсах другой, в средних широтах — третий. И так для любой широты — свой. Но он меняется в зависимости и от сезона, не говоря о времени суток. Поэтому с сезоном меняется температура (и вообще погода). Но только ли с сезоном?

Сезонные изменения связаны с тем, что Земля по-разному оказывается подставленной солнечным лучам: меняются места, куда солнечной энергии поступает больше всего и меньше всего. А это значит, что изменится циркуляция атмосферы, то есть изменится режим климатической системы. Но положение Земли относительно Солнца (солнечных лучей) меняется и по другим причинам. В частности, в результате изменения наклона оси вращения Земли. Земная ось описывает в пространстве круг за время около 25 тысяч лет. Другими словами, земная ось как бы прецессирует по отношению к Солнцу. Это и есть явление прецессии. Положение Земли относительно Солнца меняется и в результате изменения наклона земной оси по отношению к плоскости ее орбиты, к плоскости эклиптики. Эти изменения наклона достигают 3°. Период этих изменений составляет 41 тысячу лет. Положение Земли относительно Солнца меняется и в результате изменения ее орбиты. Как известно, каждые 100 тысяч лет орбита Земли изменяется от почти круговой до вытянутой (эллиптической). В результате этого удаление Земли от Солнца меняется, причем весьма существенно. Эти изменения составляют около 5 млн. км. Полагают, что в прежние эпохи они были еще больше.

Законы движения Земли хорошо известны, в том числе и те, о которых сказано выше. Можно без труда рассчитать (тем более с помощью современных компьютеров) не только положение Земли по отношению к солнечным лучам, но и ее удаление от Солнца на любой момент времени. Далее, можно определить те периоды, когда те или иные широтные зоны (пояса) на Земле получали наи-

меньшее количество солнечного тепла. Можно полагать, что в эти периоды и формировались ледники.

Такие расчеты были выполнены, и неоднократно. Одни ученые перепроверяли других. Но у всех у них оказалось, что рассчитанные периоды похолодания содержат в себе все три цикла, которые связаны с описанными выше тремя особенностями в движении Земли. К анализу был привлечен большой фактический материал, касающийся не только изменения температуры Земли за последние полмиллиона лет, но и материал о содержании тяжелого изотопа кислорода, а также видового состава двух видов морских организмов (радиолярий). Эти данные были получены при изучении колонок глубоководных морских осадков. Очень важно, что все указанные данные характеризуют разные стороны климатической системы, а именно температуру, распределение и засоление вод океана в результате таяния и образования ледниковых покровов.

По всем указанным данным было выявлено наличие трех циклов изменения климатической системы, а именно связанных с колебаниями земной оси, с изменениями наклона земной оси по отношению к плоскости эклиптики и с изменениями удаления Земли от Солнца. Анализ вещественных данных, о которых говорилось выше, показал, что периоды в 100 тысяч лет, 42 тысячи лет и 24 тысячи лет действительно прослеживаются в изменении климатической системы Земли, а попросту — климата. Наибольшие изменения климата происходили с периодом в 100 тысяч лет. С таким периодом происходят колебания земной оси. Менее выражена периодичность в изменении климата, которая совпадает с периодом изменения наклона земной оси по отношению к плоскости эклиптики (42 тысячи лет). И еще меньше проявляются колебания климата с периодом в 24 тысячи лет, которые связаны с изменением удаления Земли от Солнца. Это вполне закономерно. По законам физики так и должно быть.

Можно заключить, что на сегодняшний день наиболее правдоподобно объясняет наступление ледниковых периодов именно учет указанных трех особенностей в движении Земли. Выполненные корректные расчеты с учетом не только усваиваемой Землей солнечной радиации, но и с учетом обратной связи между температурой воздуха и полярными льдами в совокупности с результатами анализа большого фактического материала об изменении климатической системы за последние полмиллиона лет показали, что загадка наступления ледниковых периодов, которые следовали друг за другом с определенной цикличностью, близка к разгадке. По крайней мере, в главных чертах.

Именно в главных чертах, поскольку задача настолько сложная, что надо быть слишком самоуверенным и близоруким, чтобы

позволить себе говорить о ее решении. По сути дела, надо решать задачу в более широком аспекте. Надо рассчитывать колебательный режим климатической системы с учетом всех прямых и обратных связей между различными ее элементами. Такие задачи мы решать пока не умеем — это слишком сложно даже для современных компьютеров. Сложно не из-за большого объема вычислений, а потому, что мы не в состоянии в настоящее время задать сколько-нибудь уверенно алгоритмы прямых и обратных связей между различными элементами климатической системы. Но когда самые главные связи — между атмосферой, океаном и ледниками, — были заданы разумными алгоритмами, то результаты оказались вполне похожими на реальную ситуацию, которая имела место за последние полмиллиона лет. Естественно, что в расчеты надо включать и то, о чем говорилось выше — изменение условий поступления солнечной энергии (ее утилизации) в связи с изменением положения оси Земли, изменением ее наклона и изменением удаления ее от Солнца. В эту задачу надо включать и другие разумные, обоснованные и проверенные логикой и фактами положения. Именно в этом направлении движется решение этой сложной задачи сегодня. И небезуспешно.

Остановимся более подробно на последнем отрезке времени, периоде голоцена, во время которого мы живем от начала нынешнего межледниковья, которое началось 10 тысяч лет назад. В это время также происходили значительные изменения климата.

В начале этого периода происходило потепление, которое примерно восемь тысяч лет назад перешло в нечто оптимальное. Напомним, что ученые это состояние климатической системы назвали “климатическим оптимумом”. Жаль, что он продолжался всего 25 тысяч лет. В этот благоприятный период средняя температура воздуха была выше современной. Влажность воздуха также была повышенной. Влажно было и в местах, где в настоящее время находится пустыня Сахара, а также в Раджастхане в Индии.

О более высокой температуре в то время говорят находки стволов деревьев, которые тогда росли в Сибири на берегах Северного Ледовитого океана, а также в Гренландии и на острове Эльсмир. В то время березовые леса покрывали половину всей территории Исландии. Сейчас они занимают не более 1% ее территории. Ледяной покров Северного Ледовитого океана по сравнению с современным сократился в то время примерно на половину. Сахара тогда еще не была Сахарой. В ней найдены останки многих животных, которые могли жить только в водоемах со стоячими и текучими водами. Значит, тогда такие водоемы в Сахаре были. Найдены также в бывшей Сахаре и остатки богатой растительности.

В Европе в то время было теплее, чем сейчас, но ненамного — всего примерно на 2 °С, и то главным образом летом. Судя по тому, что вечнозеленые растения — тисс, падуб и другие — в это время на север не продвигались, делаем вывод, что зимняя температура была не выше, чем сейчас. Дело в том, что жизнь этих растений контролируется, естественно, самой низкой, то есть зимней температурой. В южном полушарии потепление было значительно меньшим, чем в северном. Опять же роль океана как стабилизатора, а его в южном полушарии больше.

Но "климатический оптимум" был непродолжительным. Он 5,5 тысячи лет назад сменился похолоданием, после которого наступило новое потепление. Это показано на рис. 17, пик которого отстоит от нас на четыре тысячи лет. Наступившее после этого новое похолодание совпадает по времени с периодом Троянской войны. В это же холодное время путешествовал и Одиссей.

Мы говорили достаточно подробно о том, по каким данным ученые описывают изменения климата в прошлом. Для получения этих данных используются в основном геологические и геофизические методы. Те изменения климата, которые происходили в историческое время, в период развития цивилизации, но когда характеристики климата еще не измерялись с помощью инструментов, называются историческими. Для получения информации о климате в исторический период используют данные анализа археологических памятников, а также памятников письменности. Когда говорят о современных изменениях климата, то имеют в виду его изменения за тот период, когда проводились инструментальные измерения различных элементов климата — температуры, влажности, ветров, осадков и т. д. и т. п.

Первое историческое похолодание достигло пика около трех тысяч лет назад. После него началось новое потепление, которое продолжалось и в первом тысячелетии нашей эры. Этот период назван климатологами "малым климатическим оптимумом". На этот период приходится эпоха забытых географических открытий (в отличие от Великих географических открытий XV и XVI вв.). Забытыми открывателями были ирландские монахи. Они открыли Фарерские острова, Исландию и Индию, Америку. Это стало возможным потому, что потепление улучшило условия мореплавания в Северной Атлантике. Следом за ними эти же открытия повторили норманнские викинги. Они в конце первого тысячелетия н. э. заселили Фарерские острова, а также Исландию. Они также открыли и заселили Гренландию. Более того, в начале второго тысячелетия нашей эры они добрались и до Америки. Тогда были, несомненно, очень теплые условия, что и определило экспансию викингов.

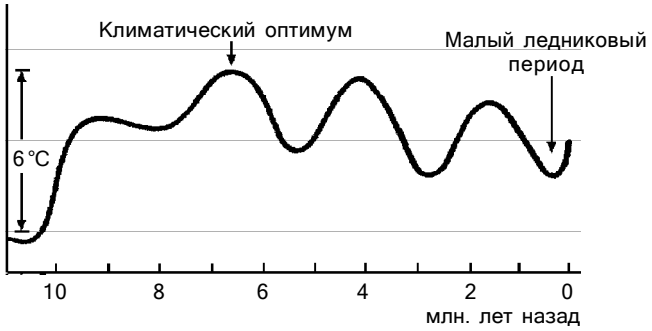

Рис. 38. *Изменения температуры в голоцене*

В Гренландии норманнские поселенцы занимались не только охотой и добычей рыбы, но и скотоводством. Мореплавателями они оставались всегда. При этом они очень далеко заплывали на север. Они устанавливали каменные пирамиды, которые служили им ориентирами. Такие пирамиды обнаружены даже на широте 79°, всего в тысяче километров от северного полюса, на берегу пролива Смита, который разделяет Гренландию и остров Элсмир.

Потепление в период раннего средневековья привело к уменьшению влажности в Европе. Об этом свидетельствуют отложения торфяников в Средней Европе. До конца X века н. э. благоприятные климатические условия были и на Руси. Неурожаи случались редко, не было очень суровых зим и сильных засух. Именно в это благоприятное время был открыт и весьма интенсивно использовался путь "из варяг в греки".

Но уже в первую четверть нашего тысячелетия начинается постепенное похолодание. Священник Ивар Бордемон, который жил в XVI в., писал о том, что появившийся морской лед отрезал Гренландию от Исландии. В результате поселения норманнов были обречены на вымирание. В последний раз о них упоминалось в 1500 г.

Климатические условия в Исландии также резко ухудшались. В XVI—XVII вв. для нее наступили времена тяжелых испытаний. И это не могло не сказаться на населении страны. С начала похолодания до 1800 г. оно сократилось вдвое. Голод сделал свое дело. Тяжелой стала жизнь и в Скандинавских странах. Суровые зимы стали повторяться все чаще и чаще, наступали ледники. Неурожаи стали обычным делом.

Похолодание не обошло и равнины Европы, которые настигли суровые зимы. Было все: и падеж скота, и неурожаи, и вымерзание водоемов. Ледники в Альпах и на Кавказе двинулись вперед.

Участился сход снежных лавин, а снеговая линия в горах понизилась. Движущиеся ледники вклинивались в леса, перекрывали дороги, которые построили еще римляне. Наступавшими ледниками и снежными лавинами были уничтожены многие поселения.

В то время льды сковывали значительные пространства. В XIV—XVIII вв. они несколько раз блокировали побережье Норвегии. Крупные льдины выносило даже к Шотландии. На таких плавучих льдинах эскимосы и достигали Шотландии. Гренландские айсберги достигали берегов Франции. Один из них, согласно историческим хроникам, в 1750 г. был вынесен на отмель у острова Бель-Иль. Здесь он таял в течение целого года.

Резкое ухудшение климата происходило и на Руси. В начале второго тысячелетия нашей эры на Руси начался период страшных гроз, великих засух и суровых зим. В летописях сообщается, что в 1143 г. в Новгородской земле в течение четырех месяцев не прекращались дожди. В XV в. произошел перелом, и не в лучшую сторону: засухи сменились годами с сильными наводнениями и небывалыми грозами. Десятки тысяч жителей унесли голод и эпидемии. Голод был спутником жизни все эти шесть столетий, с XI по XVII. Известно, что за этот период на Руси в целом и в отдельных районах было 200 голодных лет. Каждый третий или четвертый год был голодным!

Эта эпоха похолодания — малый ледниковый период — длилась вплоть до XIX в. Только в прошлом веке началось новое потепление. Что касается малого ледникового периода, то он охватывал, несомненно, всю Землю, проявлялся в северном полушарии от Западной Европы до Китая, Японии. Проявлялся он и в Северной Америке. В южном полушарии похолодания тоже были, хотя и меньшие. Из рис. 38 видно, что колебательные изменения климата в голоцене идут на фоне постепенного, но явно выраженного, похолодания.

КЛИМАТ ПОСЛЕДНЕГО ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ

Данные об изменениях климата специалисты получают из исторических свидетельств (летописей и т. п.), а также из косвенных наблюдений за такими показателями климата, как годичные кольца деревьев, уровень воды в озерах, состояние горных ледников и т. п. Что касается последних двухсот лет, то за этот период накоплены данные о непрерывных наблюдениях за различными климатическими элементами. Надо сказать, что имеются письменные ис-

точники об изменении климата 5000 лет назад в Египте, 4500 лет назад в Китае и 250 лет назад в Южной Европе. Для Северной Европы письменные свидетельства об изменениях климата содержатся за последние 2000 лет. В Японии такие записи начали вестись с 500 г. н. э., в Исландии — с 1000 г. н. э., в Северной Америке — с 1500 г. н. э., в Южной Америке — с 1550 г. н. э., в Австралии — с 1800 г. н. э. В русских летописях описания изменения климата содержатся начиная с X столетия.

Что касается последнего тысячелетия, то наиболее характерными периодами для него были следующие климатические условия. Примерно VIII—XIV вв. были сравнительно теплыми. Этот период и был назван малым климатическим оптимумом. Между XIV и XIX вв. имел место малый ледниковый период. Во второй половине XIX в. началось потепление, которое достигло максимума в 30—40-х гг. XX в. После этого наступило некоторое похолодание, которое еще продолжается, хотя и с некоторыми колебаниями.

Мы уже говорили о норманнах, которые колонизировали в VIII—XIV вв. Гренландию, Исландию и частично Америку. В период потепления климата усилилось экваториальное западное течение. При этом меньше штормило в тропиках. Это позволило полинезийцам плавать в экваториальном поясе. Между народами происходил активный культурный обмен.

Максимум потепления в Европе пришелся на 1200—1250 гг. В отдельных районах это период с 1265 по 1312 г. Необычайно засушливым было время с 1272 по 1291 г. Зато необычайно влажно было между 1313 и 1322 гг. Внутрисезонная изменчивость климата очень увеличилась в 1270—1350 гг.

За последнее тысячелетие средняя температура земной поверхности примерно на полтора градуса была выше, чем до того. Она была несколько выше средней температуры при потеплении в 30—40-х гг. двадцатого столетия. Количество осадков в период малого климатического оптимума увеличилось. Потепление в этот период не обязательно сопровождается сухостью климата. При этом в ряде районов при более влажном климате в период потепления осадков стало меньше.

При переходе к малому ледниковому периоду (между 1300—1450 гг.) средняя температура поверхности Земли резко снизилась на 1,3—1,4 °С. Линия деревьев в горах в Центральной Европе понизилась почти на 200 м. Вегетационный период роста растений сократился почти на три недели. В это время полярные льды блокировали Исландию и Гренландию. Наиболее холодным был период 1675—1704 гг. Самым холодным был 1695 г. В это время холодные полярные воды преобладали вблизи Исландии и Фарерских островов. Вода в верхнем слое Мирового океана в то время была на пол-

градуса холоднее, чем сейчас. Сильно увеличилась неустойчивость атмосферных процессов. Усилилось образование циклонов, участились наводнения. В 1443—1700 гг. зимние температуры были значительно ниже, чем в последующие 250 лет. Но были и исключения. Теплые зимы были в 1665—1686 и 1718—1719 гг.

Как уже говорилось, ледники в Альпах сильно развились и вновь заняли свои прежние места, с которых их согнал малый климатический оптимум. Похолодание и наступление ледников не могло не сказаться на сельском хозяйстве. Так, в некоторых провинциях Китая после сильных морозов в 1654—1676 гг. почти вымерзли апельсиновые деревья. В 1782—1787, 1883—1839, 1866—1869 гг. в Японии были очень низкие урожаи, характерные для холодной влажной погоды летом.

Малый ледниковый период наиболее ярко проявился в 1550—1700 гг. В Европе наиболее изменчивым был климат в конце XV — начале XVI и в XVI—XVII вв. В горах Европы оледенение достигло максимума к 1600 г. Около 1820 г. наблюдалось вторичное усиление оледенения. Ему предшествовало очень сильное похолодание в 1812—1817 гг. Для этого периода было характерно влажное холодное лето и холодная зима.

После весьма изменчивого климата в 1569—1579 гг. последовали очень влажные и холодные летние сезоны во второй половине 80-х гг. XVI в. В этот период, 13—21 августа 1588 г. во время страшного шторма погибла Испанская армада. Четыре из пяти дней были дождливыми.

После 1560 г. в Швейцарии наступили очень тяжелые климатические условия. Холодные зимы и весны сменялись холодным и влажным летом. Следствием этого были неурожаи зерна в 1614, 1717, 1731, 1785 гг. и неурожаи винограда в 1588, 1628, 1692, 3698 и 1816 гг. С 1680 по 1718 г. во Франции был очень холодный климат с катастрофическим выпадением осадков. В 1782—1785 гг. в Европе наступили жестокие засухи. Особенно холодными и с избыточным увлажнением были 1812—1821 гг. Очень холодная зима наступила в 1657—1658 гг. При этом средняя температура в районе между Данией и Швецией была примерно на 4 °С ниже, чем за период 1931—1960 гг. В этих условиях проливы к востоку от Ютландского полуострова замерзли.

На Американском континенте в малый ледниковый период также происходили значительные изменения климата. Самые сильные засухи там наблюдались в 1746, 1803, 1824—1825, 1842—1844, 1868—1889, 1891 и 1912 гг.

Как менялся климат в России в последнее тысячелетие?

В первые двести лет второго тысячелетия нашей эры, когда в Европе отмечалось значительное потепление, на территории Руси

климат менялся мало. Отмечены за два столетия только четыре особо опасные засухи (в 1022, 1024, 1124 и 1161 гг.). Ледовые условия на Руси были в это время весьма благоприятными. Так, в X в. новгородцы вышли на берег Русской Арктики, а в 1132 г. они ходили к Карским воротам. Тогда они назывались Железными воротами. Морозы были особенно суровыми в 1230 г. Но с 1232 по 1250 г. климат менялся незначительно. Зато после этого последовал период с частыми бурями, сильными дождями, наводнениями, возвратами холодов и жестоких зим. Это было во второй половине XIII столетия. В следующем, XIV столетии непогода усиливалась. Экстремально неблагоприятные климатические явления за сто лет отмечались 40 раз. Половина из них приходится на тридцать лет от 1301 до 1331 гг. Все это очень хорошо описано в русских летописях. В них отмечены за это время четыре дождливых периода и паводка в середине лета, два возврата холодов, четыре засухи и одна суровая зима. На это столетие приходится 20 голодных лет. Голод свирепствовал не только на Руси, но и в Европе.

В следующем, XV столетии климат на Руси продолжал ухудшаться. В летописях описаны уже более 50 экстремальных климатических явлений. Они стали причиной десяти голодных годов. Основным бедствием были холодные продолжительные дожди. Они 18 раз за столетие губили озимые и яровые. За эти сто лет наблюдались 15 засух, шесть из которых охватили всю русскую землю. Засуха в 1424 г. охватила и Западную Европу.

Шестнадцатое столетие было не лучше. 26 раз наблюдались сильные дожди летом и осенью. 16 раз за сто лет наступили засухи. 4 из них (1508, 1525, 1533 и 1534 гг.) нанесли огромный ущерб экономике России. В XVII столетии непогоды продолжались — имели место 24 дождливых года и 8 засух. Каждый четвертый год этого столетия на Руси был голодным. В это время волна похолодания в Арктике распространялась с запада на восток. Во второй половине XVII в. увеличивается ледовитость арктических морей и климат становится еще более суровым. Показательно, что в 1696 г. недалеко от Архангельска вмерзло в лед 35 кораблей.

Не смягчился климат и в XVIII в. За сто лет наблюдалось 18 жестоких зим. Особенно суровыми из них были зимы 1709 и 1740 гг. Время от времени (1702, 1709, 1716, 1718, 1765 гг.) происходили большие наводнения. От них пострадали Москва и ряд других городов России. Засухи повторялись столь же часто (19 засух на столетие). Только в XIX в. началось выравнивание климата. Так, в первой четверти XIX в. имели место четыре засухи, но они носили региональный характер. Только одна из них распространялась на обширную территорию. Постепенно увеличивается число мягких зим. Наводнений и дождливых лет также становится существенно меньше.

Постепенно улучшаются ледовые условия в Арктике. Все это признаки потепления климата.

Из сказанного выше ясно, что в период похолодания в XI—XVIII вв. в России были очень неблагоприятные условия для жизни. Конечно, похолодание коснулось не только России. Исторические хроники Исландии сообщают, что с 975 по 1500 г. в стране было 12 голодных лет. За 1600—1804 гг. отмечено 34 голодных года.

Все имеющиеся данные говорят за то, что период похолодания климата везде сопровождался увеличением влажности и осадков. Усиливались ветры, а зимы становились холодными. Летом же часто наступали засухи. Все это не могло не влиять на жизнь людей, на их благополучие, здоровье и, в конце концов, на их выживание. Такое положение было характерным практически для всех регионов северного полушария. Социальные явления и исторические события следовало бы также анализировать с учетом условий проживания людей, с учетом климата.

Со второй половины XIX в. климат постепенно теплел. Наиболее ярко это проявилось в высоких широтах северного полушария. Потепление достигло максимума в 30—40-е гг. нашего столетия. Это видно из рис. 39, на котором показано изменение температуры воздуха за последние сто лет. Видно, что на фоне общего потепления климата в отдельные временные отрезки имело место похолодание. После 1940 г. происходит незначительное похолодание климата.

Из рис. 39 видно, что при общем потеплении климата имели место похолодания в первом, втором и третьем десятилетии. Эти похолодания были вызваны выбросами в атмосферу вулканической пыли. Специалисты отмечают также связь этого изменения климата с изменением солнечной активности.

Очередное потепление климата привело к резкому уменьшению арктических льдов. Улучшились условия плавания в арктических морях. В период с 1924 по 1945 г. площадь льдов в восточном секторе Арктики уменьшалась почти на один миллион квадратных километров. Горные ледники в Альпах с 1866 г. начали отступать. Так, ледник Мер-де-Пляс отступил на 1300—1400 м, а ледник Аржантьер — на 1000 м. В Скандинавии, Исландии, на Шпицбергене, в Гренландии, на севере Канады и в Кордильерах Северной Америки происходило то же самое — ледники отступали. На Кавказе с 1890 по 1946 г. площадь ледников уменьшилась на 8,5%. Уменьшились размеры ледников на Алтае, Памире и в Турции. С начала XV в. бурно таяли ледники в Экваториальной Африке. В это время граница вечной мерзлоты повсеместно отступила на север. Температура мерзлых пород повысилась примерно на два градуса. Исландия стала освобождаться от льдов. Так, если в малый ледниковый период ее побережье сковывали льды в течение 20 недель, то в

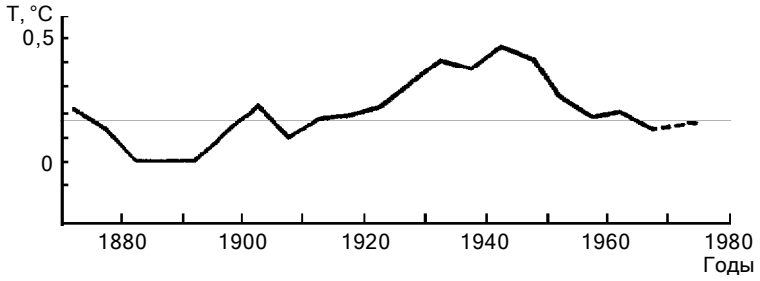

Рис. 39. *Изменение температуры воздуха для всей Земли за сто лет*

1920—1939 гг. этот срок ледовой блокады сократился до двух-трех недель. Реки и озера стали вскрываться раньше, а замерзать позднее. Северные моря стали более теплыми. В них завелась более теплолюбивая рыба. В Баренцевом море, в Атлантике, в Арктическом бассейне и в северной части Тихого океана стали водиться сельдь, треска, скумбрия, морской окунь и другие породы рыб, которых тут раньше не было или было так мало, что об их промысле не могло быть и речи. Морская фауна также изменилась весьма значительно. Раньше стали прилетать птицы.

С потеплением климата изменилась атмосферная циркуляция. В ряде мест уменьшилось количество осадков, увеличилась засушливость климата. Это было характерно для Северной Америки и Советского Союза. Потепление 1930—1940-х гг. охватило не только северное, но и южное полушарие. Почему в 1940-х гг. потепление климата сменилось его похолоданием — остается невыясненным.

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ

ЖИЗНЬ НА ЗЕМЛЕ

ПОПУЛЯЦИИ И СООБЩЕСТВА

В природе все хорошо прилажено друг к другу — живое и неживое. Разделить их практически невозможно. Как можно говорить об атмосфере Земли и не помнить о том, что она создана живыми организмами! То же относится к почве. Без живых организмов нельзя представить себе круговорот веществ, как органических, так и неорганических. Круговорот каждого вещества как раз и возможен потому, что вся машина, обеспечивающая его, работает качественно и слаженно. Уберите хотя бы одну шестеренку из миллионов таковых в данной машине, и начнутся сбои. Все остается так хорошо пригнанным друг к другу, согласованным до тех пор, пока не включается во всю эту цепь человек с его деятельностью. Человек не только не способен включаться в эту единую цепь так, чтобы она продолжала работать так же бесперебойно, ритмично, как и без него. Он практически не способен даже понять, что такая единая цепь существует и что он может продолжать существовать только в том случае, если его звено будет столь же согласованным со всей цепью, как и все остальные. В силу этого незнания и непонимания человеком общая цепь преобразования веществ, круговорот вещества в природе по многим направлениям обрывается. Эффект накапливается, и нет никаких механизмов, чтобы он со временем уменьшился. Примеров этому множество. Честно говоря, вся деятельность человека от начала и до конца является таким примером. Трудно назвать хотя бы одно изобретение или техническое новшество, придуманное человеком (от топора до ядерной бомбы), которое включалось бы в эту единую природную цепь и не вызывало более или менее страшные катаклизмы.

Об этом мы говорим не для того, чтобы в сотый раз напомнить читателю об угрозе экологической катастрофы. Мы об этом

говорим потому, что занейтрализовать последствия деятельности человека могут только другие живые организмы, живущие на Земле. Они берут удар на себя и пытаются выровнять положение. Но они тоже не все могут. Есть пределы, за которыми они бессильны. Мы должны знать эти пределы, а также возможности биосферы по нейтрализации последствий деятельности человека. Для этого мы должны представлять себе жизнь, функционирование живых организмов в биосфере. Поэтому надо довольно тщательно рассмотреть взаимодействие между различными группами (видами, популяциями, сообществами) живых организмов, а также законы, управляющие их жизнью в целом.

Живые организмы, животные, живут не каждый сам по себе, а группами. Благодаря этому они выживают. Такие группы биологи называют популяциями (от лат. популус — народ). Если быть точными, то популяция — это не просто группа любых животных, а группа особей одного вида, которая занимает определенное пространство. Кстати, человечество также является популяцией. К нему этот термин (народ) подходит в точности. Если отдельная особь, отдельное животное может жить только определенное время, то популяция теоретически может жить вечно: одни особи умирают, а другие рождаются, а общая численность остается неизменной. Живой организм — это система. Популяция — также единая система (надорганизменная), которая обеспечивает жизнь отдельных организмов, особей. Важными характеристиками любой популяции являются: численность, плотность, возрастной состав, соотношение полов, рождаемость, смертность, пространственное распределение.

Численность популяции может быть самой различной, но не любой. Если животных так мало, что они не встречают друг друга, то они не составляют единую группу, единую систему. В конце концов, они не смогут размножаться, "обмениваться генетической информацией". Значит, численность популяции не может быть меньше некоторого минимального числа особей. Так, специалисты считают, что если число крупных животных в популяции менее 2000, то популяция находится под угрозой исчезновения. Численность популяции не может быть и бесконечно большой. Это просто нереально. Она не сможет прокормиться, разместиться на данном пространстве, на данной площади.

Число особей популяции, которая приходится на единицу площади, называют плотностью популяции. Плотность часто удобнее измерять не числом особей, а массой этих особей (биомассой). Можно рассматривать не только плотность по площади, но и плотность по объему. Если берут все пространство, занимаемое популяцией, то вычисляют среднюю плотность популяции. Но особи (или биомасса) могут быть распределены в пространстве неравномерно.

Поэтому бывает целесообразным определять не среднюю плотность, а плотность в определенных участках пространства. Такая плотность, равная численности (или биомассе) популяции на единицу обитаемого пространства, называется удельной, или экологической, плотностью. В данном случае число особей (или биомассу) делят на величину того пространства (или площади), которая занята популяцией.

Важной характеристикой популяции является ее возрастной состав. Для каждой популяции в нормальном ее развитии имеется свой оптимальный жизненный возрастной состав. Если популяция является растущей, то она характеризуется преобладающим числом молодых особей, которые быстро размножаются. Если в популяции преобладают особи старческого возраста, то она является сокращающейся (по численности). Сбалансированные, стабильные популяции, которые формируются в благоприятных условиях, состоят из оптимального количества особей всех возрастов. Специалисты выделяют в популяции три возрастные группы. Это: молодь — те особи, которые еще не достигли половой зрелости; репродуктивная (воспроизводящая) часть популяции, которая и обеспечивает поддержание численности вида путем размножения; и старческая часть популяции. Для возраста "молодь" специалисты используют термин перепродуктивный, то есть дорепродуктиный. Для старческого возраста используют термин пострепродуктивный, то есть послерепродуктивный.

Для наглядности возрастной состав специалисты изображают в виде фигур, чаще всего похожих на пирамиды. Их так и называют — возрастными пирамидами. В стабильной популяции в возрастной пирамиде с увеличением возраста численность уменьшается постепенно. Если популяция растущая, то возрастная пирамида, естественно, имеет широкое основание, которое быстро уменьшается с увеличением возраста — высоты пирамиды. Такие же пирамиды применяют для наглядной характеристики человеческой популяции. В этом случае одна половина возрастной пирамиды отражает соотношение возрастов у мужчин, а другая — у женщин. То есть пирамида становится возрастно-половой. Форма пирамиды отражает многие процессы в популяции (обществе).

Соотношение полов в популяции является важной характеристикой популяции. У высших животных и растений число особей женского и мужского полов различно. Оно составляет 50 : 50 у большинства теплокровных животных. Но часто имеется сдвиг в сторону преобладания самок. У карася, например, соотношение полов составляет 9 : 1 (в пользу самок). В человеческой популяции это соотношение составляет 515 : 485 и сохраняется весьма устойчивым.

Различают максимальную и реальную рождаемость (плодовитость). Ясно, что максимальная — это максимально возможная, допустимая физиологически. Реальную, реализованную рождаемость (плодовитость) еще называют экологической. Чаще всего экологи оперируют именно этим показателем, который обозначает увеличение численности популяции при фактических, реальных условиях окружающей среды. Естественно, что реальная рождаемость (плодовитость) зависит от численности популяции, ее полового и возрастного состава и, конечно, от условий жизни, то есть от физических условий среды. Чтобы определить рождаемость, необходимо общее число вновь появившихся особей поделить на тот промежуток времени, в течение которого они появились. Используют еще и понятие удельной рождаемости, то есть полученное выше число надо еще поделить на число всех особей в популяции.

Гибель особей в популяции характеризуют смертностью, которая равна числу особей, погибших за данный отрезок времени. Если это число поделить на число всех особей в популяции, то получится удельная смертность. Естественно, смертность можно определить для всей популяции или же для какой-либо ее части. Как и в случае рождаемости, специалисты рассматривают смертность реализованную, или экологическую, то есть определяемую реальными условиями среды. Как выделяют максимальную (максимально возможную) рождаемость, так выделяют и минимальную (минимально возможную) смертность. Это та смертность, которая могла бы быть в идеальных условиях. Но в реальных, то есть в менее благоприятных условиях смертность выше. Это и есть реализованная смертность. Физиологическая продолжительность жизни определяется смертью по старости. Не все доживают до этого возраста, поэтому средняя экологическая продолжительность жизни значительно меньше физиологической. Экологи широко используют термин — выживаемость популяции. Эта величина дополняет смертность до единицы. То есть выживаемость равна единице за вычетом смертности. Если бы смертность отсутствовала, то выживаемость составила бы единицу, то есть была бы стопроцентной. Обычно определяют смертность в популяции последовательно, через определенное время. По этим данным составляют статистические таблицы выживания. По таблицам выживания строят кривые выживания. Это наглядные рисунки, графики, на которых показано, как меняется число выживших на тысячу особей в зависимости от возраста. Возраст выражен в процентах к продолжительности жизни.

Численность популяции меняется с сезоном от года к году. Годичные изменения могут зависеть от тех изменений, которые контролируются изменениями осадков, температуры и других объек-

тивных условий окружающей среды. Но они также зависят от условий, связанных непосредственно с популяцией. Это — доступная пища, болезни и др. Популяция характеризуется определенным распределением в пространстве. Это распределение может быть равномерным, случайным или же скученным, то есть групповым. Последнее является наиболее распространенным. Именно групповое распределение популяции обеспечивает наиболее высокую стабильность, устойчивость по отношению к неблагоприятным условиям окружающей среды. Группирование особей популяции называют агрегацией. Она может происходить по разным причинам, например, в связи с размножением или из-за различий в свойствах, качестве местообитания. Стимулом к группированию, агрегации могут быть и изменения погодных условий в течение суток или в продолжение сезона. У высших животных агрегация происходит преимущественно в силу социального привлечения.

Важной характеристикой группы живых организмов является ее выживаемость. Ухудшая условия окружающей среды, человек оказывает таким путем отрицательное влияние на выживаемость. Выживаемость больше у живых организмов, которые сгруппированы. Здесь дело не только в том, что группа растений лучше противостоит ветру и эффективнее сохраняет влагу, а животные, сбитые в группу, лучше находят корм и т. д., но и значительно глубже. Смысл этого станет ясен из таких фактов. Если в воду введен яд, то при определенной дозе яда группа рыб выживает, в то время как одна отдельная рыба в такой воде с ядом непременно погибает. Но если эту отдельно взятую рыбу поместить в воду с ядом, в которой находилась до этого группа рыб, то она останется живой. Слизь и другие выделения находившихся до этого в воде рыб способствуют противодействию яду. В случае с пчелами преимущество группы над одной особью объясняется и тем, что группа пчел эффективно греет друг друга, выделяя и сохраняя достаточно тепла для выживания всех особей. Отдельно взятая пчела при той же температуре сама себя согреть не сможет и она погибнет. Еще пример. Птицы, живущие колониями, не могут размножаться, если колония меньше некоторой численности.

Различают пассивную агрегацию, которая является реакцией на определенный внешний фактор, и социальную агрегацию. Для последней характерна специализация особей и социальная иерархия. Ярким примером социальной агрегации являются насекомые — термиты, муравьи, пчелы и позвоночные.

Кроме факторов, способствующих скучиванию особей, действуют и такие, которые препятствуют агрегации. Ими могут быть как конкуренция за дефицитные ресурсы, так и прямой антагонизм. Последний выражен у растений, микроорганизмов и низших

животных. Антагонизм реализуется через химические изолирующие механизмы. В результате происходит уничтожение ближайших соседей и сильная скученность не достигается; живые организмы вследствие этого распределяются в пространстве по случайному или равномерному закону. У животных позвоночных, а также высших беспозвоночных образуется пространство — семейный или индивидуальный участок. Если он надежно защищен от посягательства соседей, то его называют территорией.

Между двумя популяциями, которые составляют сообщества, могут быть различные отношения. Они могут быть нейтральными, безразличными (обозначают символами 0 0). Они обе могут подавлять друг друга (– –) — это взаимное конкурентное подавление друг друга, или же они находятся в конкуренции за общий ресурс. Естественно, при этом они обе воздействуют друг на друга отрицательно. Это тоже (– –). Одна популяция подавляет другую, не испытывая давления с ее стороны (+ –). Такие отношения между популяциями называют аменсализмом (от лат. аменс — безрассудный, безумный). Одна популяция живет за счет другой (+ –) — паразитизм (от греч. паразитос — нахлебник). При хищничестве одна популяция неблагоприятно воздействует на другую (+ –). Она ее уничтожает (поедает), нападая на нее, но сама зависит от своей жертвы. Имеется и такая ситуация, при которой одна популяция извлекает пользу от того, что имеется тут же вторая популяция. При этом другой популяции это безразлично (+ 0). Встречается и ситуация, когда обе популяции от объединения выигрывают (+ +), но они могут так же спокойно жить друг без друга, то есть коллективные, ассоциативные отношения для их существования не обязательны. Такие отношения называются протокооперацией, то есть состоянием, предшествующим кооперации. В случае, если две популяции объединились со взаимной выгодой (+ +), но иных вариантов существования у них нет — одна без другой существовать не может, — явление называется мутуализмом (от лат. мутуус — взаимный).

Сообщество популяций на определенном этапе формируется, стабилизируется, а через некоторое время распадается, гибнет. На начальных стадиях развития сообщества проявляются негативные взаимодействия. Кстати, начальная стадия в развитии сообщества может возникнуть не только в начале формирования сообщества, но и после того, как нормальное функционирование сообщества было нарушено действием природных факторов или же обусловлено последствиями деятельности человека. Ясно, что чем больше негативных отношений, чем больше минусов, тем больше потери в сообществе, тем меньше выживаемость. По мере развития оптимизации сообщества, а точнее всей экосистемы, количество негативных воздействий уменьшается, а положительных увеличивается.

Естественно, выживание сообщества растет, поскольку увеличивается выживаемость составляющих ее видов. Ясно, что в новых, только что сформировавшихся сообществах количество негативных, отрицательных связей больше, чем в сообществах, которые существуют давно, то есть в старых сообществах. Следует особо подчеркнуть, что негативные, отрицательные взаимосвязи (паразитизм, хищничество) не являются вредными. Сообщество представляет собой систему, в которой все связи, все взаимоотношения представляют единое целое. Известно, что паразиты и хищники полезны для популяций, которые не имеют собственных механизмов регуляции численности. Негативные взаимосвязи также ускоряют (могут ускорять) естественный отбор. Благодаря им возникают новые адаптации.

Рассмотрим указанные типы взаимодействия между различными популяциями в сообществе подробнее.

Нейтрализм (0 0) нет смысла рассматривать, поскольку при этом взаимодействии ни одна из популяций в сообществе не влияет на другие. Все в данной популяции происходит так, как будто в сообществе других популяций не существует.

Наиболее рельефными являются взаимодействия в виде конкуренции, а также паразитизма и хищничества. В этих взаимоотношениях выживаемость одной популяции зависит от другой популяции, которая входит в данное сообщество. Как уже говорилось, между популяциями сообщества могут иметь место такие взаимоотношения, при которых происходит взаимное прямое подавление обоих популяций, обоих видов. Ясно, что такое конкурентное взаимодействие отрицательно сказывается на росте и выживании всех конкурирующих популяций (видов). Любопытно, что если конкурируют два вида, которые являются близкородственными или же сходными в других отношениях, то в конце концов остается только один вид. Специалисты этот феномен называют принципом конкуретного исключения (то есть некоторые виды исключаются из сообщества путем конкурентной борьбы). Но если конкурирующие виды не являются сходными, то между ними через некоторое время может наступить равновесие. Возможны и другие варианты: один вид вытесняет конкурента на другую территорию, либо заставляет конкурента перейти на другую диету, то есть использование другой пищи, которая данному виду (победителю) не нужна.

Имеется и еще один возможный исход при конкуренции сходных видов. Он лишен трагизма — исчезновения одного из видов. Конкурентная борьба разрешается без жертв. Конкуренты раздвигают периоды своей активности в течение суток и даже сезонов. Кроме того, один из видов переходит на другую диету, о чем уже говорилось. Специалисты считают, что если проходит достаточно

много времени, то природа стремится исключить или предотвратить длительную конфронтацию, противоборство видов, которые имеют сходный образ жизни.

Конкурентная борьба между видами (популяциями) в пределах сообщества может происходить и путем непрямого подавления при дефиците общего для конкурирующих видов ресурса. В данном случае речь идет о конкуренции из-за ресурсов. Это, естественно, также (– –). Когда два вида конкурируют не из-за ресурсов, а являются взаимными хищниками или выделяют вещества, которые являются вредными друг для друга, то такие отношения специалисты определяют термином — аллелопатия, или антибиоз.

При конкуренции подавляются оба конкурирующих вида. При хищничестве и паразитизме — только один из видов подавляется. Это жертва или хозяин. При таком взаимодействии видов одному из них хорошо, а другому плохо. Но в длительно существующих сообществах острота проблемы снимается (то есть уменьшается угроза вымирания, уничтожения вида), проявляется тенденция уменьшения отрицательного влияния одного вида на другой.

Но такую застабилизировавшуюся систему можно вывести из этого состояния. Это может быть сделано разными способами. Во-первых, это может случиться, если в систему (сообщество) вселится организм, который обладает потенциально высокой скоростью собственного роста, причем в самой экосистеме механизмы регуляции численности или мало эффективны, или вообще отсутствуют. Во-вторых, неравновесное состояние экосистемы может возникнуть в результате резких изменений условий в окружающей среде. Система в результате этого теряет способность к саморегуляции, поскольку необходимая для регуляции по принципу обратной связи энергия существенно уменьшается, что может быть результатом наступившей нестабильности экосистемы. Эпидемии, эпизоотии и эпифитотии. Оба описанных выше варианта может создавать человек в результате своей деятельности. Не задумываясь об этом, он выводит и внедряет в экосистемы новых потенциальных вредителей, создает стрессовые ситуации в экосистемах, применяя ядохимикаты и вообще загрязняя окружающую среду. В сообществах между разными видами (популяциями) наряду с негативными взаимодействиями происходят и положительные. В одном случае один вид (его называют комменсалом, от фр. комменсал — сотрапезник) получает выгоду от объединения, тогда как другому виду это безразлично. Комменсализм обозначается как (+ 0). В другом случае взаимодействие видов в сообществе благоприятно для обоих видов (+ +). Такое взаимодействие не является обязательным для существования видов. В третьем случае такое объединение не только взаимополезно (+ +), но и обязательно для существования

обоих видов. В первом случае одна популяция имеет преимущество. Во втором — имеет место протокооперация, когда пользу получают обе популяции. В третьем случае взаимодействие самое тесное. Оно не только положительное для обеих популяций, но и является обязательным для обеих популяций. Примером комменсализма могут служить морские животные. Так, в норках крупных морских червей живут "как части" более 13 видов — рыбы, моллюски, крабы, черви и др. Они не приносят ни вреда, ни пользы своему хозяину, хотя и питаются остатками пищи с его стола. Протокооперация распространена очень широко, практически повсюду. Так, например, к спине крабов прикрепляются кишечно-полостные и способствуют их выживаемости, поскольку маскируют их и защищают от опасности. Сами же прилипалы делают это не бескорыстно — они получают от краба кусочки пищи. Этот пример показывает, что протокооперация не является обязательной для существования как краба, так и кишечнополостных. Симбиоз наступает тогда, когда подобные два живых организма не могут жить один без другого. Причем эти организмы, как правило, имеют очень разные потребности. Еще один пример такого (облигатного) симбиоза: бактерии, обитающие в рубце жвачных.

ПИЩЕВЫЕ ЦЕПОЧКИ И ЦИРКУЛЯЦИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Загрязнители окружающей среды перераспределяются в пространстве не только вследствие движения воздуха, воды и т. д., но и потому, что они попадают в пищу живым организмам. В этом случае путь не может быть очень сложным. Результаты этого могут быть неожиданными. Например, небольшие количества ядов, применяемые на болотах для борьбы с комарами, могут в конце концов привести к гибели птиц, у которых эти концентрации увеличиваются в сотни и тысячи раз. Происходит это потому, что яд попал в пищевую цепь и переходит от одних организмов к другим, постепенно увеличивая свою концентрацию. Ясно, что правильно оценить последствия загрязненности окружающей среды можно, только изучив все пути циркуляции загрязнителей, и, прежде всего, пищевые пути, или, как их называют, пищевые цепи.

Что такое пищевая цепь? Поле засевают люцерной. Ею кормят телят. Телятиной кормят детей. Это и есть пример пищевой цепи. Для полноты сюда надо добавить еще одно звено, самое первое преобразование энергии Солнца в органическое вещество. Это осу-

ществляет люцерна в процессе фотосинтеза. Мы говорим "звено" и "цепь" не случайно. Каждый из указанных этапов (звеньев) действительно связан в единую цепь. Мы не сможем кормить детей телятиной, если выпадет самое первое звено цепи — поступление солнечной энергии. То же относится ко второму и третьему звену — без травы не будет телят, без телят не будет телятины для детей. Поэтому мы говорим о пищевых цепях.

Пищевые цепи могут иметь различное количество звеньев. Так, вместо люцерны можно посеять рис и кормить им детей. Тем самым мы уменьшим число звеньев цепи, сделаем цепь для детей самой короткой.

Можно привести другой пример. Солнечную энергию преобразует не люцерна, а зеленые растения в морях и океанах — фитопланктон. Им питается зоопланктон. Зоопланктон поедают маленькие хищники-рыбы. Их же поедают более крупные хищные рыбы. Этими рыбами питаются люди. В этом случае количество звеньев пищевой цепочки от начала, то есть от фитопланктона, который первый сумел приобрести энергию, до человека увеличилось. Звенья цепи: фитопланктон, зоопланктон, малый хищник, крупный хищник, человек (тоже хищник).

Все в природе может нормально существовать продолжительное время — если будет сохраняться баланс. Если образуется определенное количество органического вещества, то это же его количество в течение какого-то времени должно разлагаться, использоваться. Круг должен обязательно замкнуться.

Вернемся к примеру с фитопланктоном. Его поедает (специалисты говорят "выедает") зоопланктон. Зоопланктон выедают мелкие рыбы (хищники), а их поедают крупные хищные рыбы. Далее, допустим, что крупная хищная рыба (последнее звено в этой пищевой цепи) погибла. Ее никто не съел, она просто погибла, стала трупом. Что дальше? Труп этой рыбы — источник органических веществ. Рассмотренная здесь пищевая цепочка начиналась с того, что фитопланктон благодаря солнечной энергии создавал в процессах фотосинтеза органические вещества. А тут это органическое вещество не надо создавать — оно имеется готовое, его содержит труп хищной рыбы. Что должно происходить дальше, поскольку круговорот прекратиться не может? С этого трупа (гнили) начинается новая пищевая цепочка. Только в ней делают свое дело не рыбы-хищники или другие животные, а их братья меньшие — бактерии, грибки и т. д. Они осуществят разложение данного органического вещества. Если бы разложение не происходило, если бы оно прекратилось, то те элементы, которые нужны живым организмам (биогенные элементы), оказались бы со временем связанными в мертвых остатках. Ясно, что продолжение жизни было бы со временем невозможным.

Из сказанного ясно, что все живое связано друг с другом в определенном порядке через питание, через прохождение энергии. В работе звеньев пищевой цепи (а точнее, пищевых цепей, которые составляют пищевую сеть) участвуют все — от высших животных до бактерий, все живое. Каждое из них делает свое дело, пробегает свою дистанцию из общей эстафеты.

Так, растения, которые за счет солнечной энергии в процессе фотосинтеза образуют органическое вещество — источник энергии для других, — являются производителями (энергии). К сожалению, всем действующим лицам в этой драме присвоены иностранные названия (не только лицам, но и процессам), поэтому производители названы продуцентами, то есть производящими продукцию. Продуценты стоят всегда на первом месте, ближе всего к источнику энергии — Солнцу (конечно, в функциональном плане). Они всегда являются первым звеном пищевой цепочки. Далее от них энергия переходит к другим, которых (всех без исключения) называют "пожирателями". У специалистов это звучит более невинно и пристойно, поскольку они употребляют термин "фаги" (от греч. фагос, что значит пожирающий). Различают крупные пожиратели (макрофаги) и мелкие, микроскопические пожиратели (микрофаги). Всех же, кроме производителей (продуцентов), которые получают энергию от Солнца, называют консументами, от греч. консумо — потребляю. Консумент — это по сути хищник. Но хищник может питаться хищником. Поэтому различают первичные консументы, которые питаются продуцентами, вторичные консументы, питающиеся консументами первичными, и т. д.

При описании пищевых цепочек и сетей специалисты для наглядности широко используют диаграммы, схемы и схематические представления того, что происходит. В частности, широко используются так называемые экологические пирамиды. Суть их состоит в следующем.

Если энергию, которой обладает продуцент (то есть первое звено пищевой цепи), изобразить в виде прямоугольника (кирпича), то он будет служить основанием, фундаментом экологической энергетической пирамиды. Дело в том, что любому пожирателю (фагу) от жертвы, которую он пожирает, переходит только примерно одна десятая часть энергии. Остальная энергия рассеивается в пространстве. Поэтому энергетический "кирпич" этого фага будет примерно в 10 раз короче (сохраним ширину и высоту всех кирпичей одинаковыми). Положим этот энергетический кирпич первичного пожирателя (первичного консумента) на первый, что находится в фундаменте. Вторичный пожиратель, который питается первичным, получит от него (после него!) тоже примерно десятую часть его энергии. Поэтому третий кирпич (характеризующий энер-

гию вторичного консумента) будет еще в 10 раз короче. Если выстроить кирпичи симметрично, то получится пирамида со ступенями, только весьма условно можно ее рисовать без ступеней, поскольку нет плавного уменьшения энергии. Оно происходит от уровня к уровню скачками, причем очень существенными (примерно в 10 раз). Если вы изображаете энергию на каждом пищевом уровне, то более высокий уровень всегда меньше по величине энергии, чем более низкий пищевой уровень. Кстати, специалисты не говорят "пищевой" уровень, а применяют термин трофический (от греч. трофо — питание). Но суть от этого не меняется.

Строили экологические пирамиды не только по величине энергии на каждом трофическом уровне, но и по численности организмов, а также по количеству вещества (биомассы). При этом рекомендуется биомассу измерять не килограммами, а килокалориями. Но оказалось, что такие экологические пирамиды могут быть передернутыми или вовсе не быть пирамидами. Перевернуты они тогда, когда пожиратель по количеству (по числу особей) или же по величине его общей биомассы больше, чем тот, кого он пожирает, то есть продуцента, или же пожирателя более низкого уровня. Так бывает. Например, в озерах и морях зимой производителя энергии (продуцента), то есть фитопланктона, меньше по массе, чем зоопланктона. Значит, вышележащий кирпич будет больше нижележащего. Только летом, в период весеннего "цветения", фитопланктона по массе больше, чем зоопланктона.

Исходя из сказанного, специалисты-экологи рекомендуют не очень обольщаться пирамидами численности и биомассы, тогда как пирамиды энергии считают очень показательными в смысле описания пищевой (трофической) структуры данного сообщества организмов. В сущности, это так и есть, поскольку энергия характеризуется скоростью прохождения массы пищи через пищевую цепь. Поэтому на ее форму не оказывают влияния ни изменение размеров различных особей в сообществе, ни интенсивность потребления ими пищи. Последние моменты сказываются на форме пирамид численности и биомассы. Таким образом, каждое сообщество особей, участвующих в единых пищевых цепочках, может успешно характеризоваться энергетической пирамидой. Она отражает трофическую (пищевую) структуру сообщества.

Трофическая структура сообщества является его фундаментальным свойством, которое весьма устойчиво. Так, если, например, в результате пожара или по другим причинам нарушилось соотношение между хищником и его жертвой — травоядным животным, то оно восстанавливается еще до того, как все виды, которые имелись здесь до бедствия, успеют восстановиться. Таким бедствием, конечно, может быть и обработка инсектицидом.

Что же касается размеров особей сообщества, о которых говорилось выше, то небезынтересно будет узнать, что чем меньше размеры особи, тем больше необходимо пищи (энергии), чтобы его прокормить (конечно, на единицу массы). Взрослому человеку требуется меньше пищи (в пересчете на один килограмм его массы), чем грудному ребенку. Чем меньше животное, тем больше его метаболизм. Но чем меньше организмы, тем они проворнее. Было установлено, что при внесении органики количество рассеиваемой энергии увеличилось в 15 раз, хотя численность бактерий и грибов, ответственных за это, увеличилось менее чем в 2 раза.

Чтобы справиться с этой задачей, им пришлось быстрее "проворачивать" энергию. Более крупные организмы — простейшие — уже на это неспособны, не позволяют размеры. Поэтому их численность возросла существенно. Из сказанного выше ясно, почему размер урожая биомассы на корню (который выражают в общей сухой массе или общей калорийности всех организмов, которые присутствуют в данный момент времени) существенно зависит от размеров особей, составляющих сообщество. Кстати, поток энергии через пищевую цепь при этом сохраняется постоянным. Таким образом, чем крупнее организм, тем выше биомасса ("урожай") на корню. Например, урожай бактерий, имеющихся в любой данный момент, будет гораздо ниже урожая рыбы или же млекопитающих, несмотря на то, что эти группы, возможно, используют одинаковое количество энергии.

В самом начале мы говорили о двух пищевых цепочках, одна из которых начиналась с растений, а точнее, от солнечной энергии, а вторая — от уже имеющегося органического вещества в виде трупа. Естественно, это может быть труп как животного, так и растения. Эти две пищевые цепи специалисты называют по-разному, первую пастбищной (если даже речь идет о фитопланктоне), а вторую детритной. Детритом называют органическое вещество, которое вовлечено в процесс разложения. Само слово "детрит" означает продукт распада (от лат. детерере — изнашиваться). Геологи этим термином называют продукты разрушения горных пород. Таким образом, вторая пищевая цепь имеет своим первым трофическим (пищевым) уровнем любые продукты распада органических веществ. Дальше мы эту пищевую цепь рассмотрим подробно, только вначале сделаем еще несколько добавлений к уже приведенным названиям организмов по признаку их питания.

Так, уже известные нам производители-продуценты органических веществ в процессах фотосинтеза специалисты называют автотрофами, то есть самопитающимися. Тех же, кто их поедает, называют гетеротрофами, то есть теми, которых кормят другие (те же автотрофы или другие гетеротрофы).

Надо особо подчеркнуть, что все приводимые определения, ярлыки, присваиваемые организму, связаны только с его функцией, а не с его видом. Например, человек может быть травоядным, а точнее, растениеядным (вегетарианцем). Другими словами, это значит, что он в этом случае является первичным консументом, и в то же время макрофагом. И в то же время гетеротрофом. Но если человек питается мясом, то есть другими консументами, другими гетеротрофами, другими макрофагами, то его следует причислить к консументам второго порядка — он становится консументом, который питается консументами. Правда, в другой терминологии все без изменений: он был и остается гетеротрофом, то есть тем, кого кормят другие, тем, кто питается другими. Видите, насколько все сложно с терминологией. Но усвоить ее надо для того, чтобы понимать текст в других учебниках экологии, где в большинстве случаев все эти термины применяются вперемешку, а главное, без объяснения их смысла. Органическое вещество, которое перестало быть живым животным или растением, должно быть разложено, и все составляющие элементы должны вернуться на круги своя и совершать бесконечные циклы в природе для того, чтобы не останавливалась жизнь.

Надо сказать, что процесс разложения органического вещества очень сложен и является многоэтапным. В биосфере имеется целый комплекс разрушителей, который состоит из большого числа видов. Они действуют последовательно и производят полное разложение. Конечно, различные органические вещества разлагаются с разной эффективностью, а точнее, скоростью. Так, жиры, сахара, белки разлагаются быстро. Растительная клетчатка, лигнин древесины, хитин, волосы и кости животных разрушаются очень медленно.

В процесс разложения вовлечены как живые организмы (живое вещество), так и неживое (косное) вещество. Другими словами, разложение является результатом как биотических (био — значит жизнь), так и абиотических, то есть небиотических процессов. По определению, разложение — это "любое биологическое окисление, дающее энергию". Поскольку речь идет об окислении, то выделяют следующие типы разложения (им соответствуют аналогичные типы фотосинтеза). Во-первых, это аэробное дыхание с использованием молекулярного кислорода. Он является окислителем, акцептором электронов. Этот процесс является обратным процессу фотосинтеза, "нормального" фотосинтеза. В процессе аэробного дыхания образуются CO_2 и H_2O из синтезированного органического вещества (CH_2O). Кроме CO_2 и H_2O образуется вещество клетки. Если процесс идет не до конца (то есть дыхание является незавершенным), то об-

разуются органические соединения, которые содержат энергию. Эта энергия в дальнейшем может перейти к другим организмам.

Кислородное (аэробное) дыхание характерно для всех высших растений и животных, а также для большинства представителей Monera и Protista. Построение клеток в их организмах, а также снабжение энергией для поддержания их жизнедеятельности происходит именно за счет их аэробного дыхания.

Во-вторых, это бескислородное дыхание (анаэробное). Окислителем в этом случае служит не кислород. Им может быть другое органическое или неорганическое вещество. Такой тип дыхания используют бактерии, дрожжи, плесневые грибы, простейшие. Этот процесс бескислородного дыхания может идти также в некоторых тканях высших животных, для которых характерно аэробное дыхание. Метановые бактерии являются хорошим примером анаэробов. Они, разлагая органическое соединение, образуют метан (CH_4). Это происходит путем восстановления либо органического углерода, либо углерода карбонатов. В последнем случае их дыхание является брожением. Кстати, метан известен как болотный газ. Когда он поднимается к поверхности, он окисляется или же самовоспламеняется. Метановые бактерии, о которых идет речь, принимают участие в разложении содержимого рубца у домашнего скота (и вообще у жвачных животных).

Можно привести и другой пример анаэробов. Это бактерии Desulfovibrio. Эти бактерии в бескислородных водах и глубоких отложениях восстанавливают $S0_4$ до газообразного H_2S. Такой процесс происходит в Черном море. Газ H_2S поднимается в верхние слои отложений или даже до уровня поверхностных вод. Здесь он может быть использован фотосинтезирующими бактериями или другими организмами.

В-третьих, имеется анаэробное дыхание, а точнее, окисление, при котором окислителем служит само окисляемое органическое соединение. Такое дыхание называется брожением. Естественным примером таких организмов являются дрожжи. В почве дрожжи делают очень важное дело — разлагают растительные остатки.

Многие бактерии универсальны — могут пользоваться аэробным и анаэробным дыханием. Но результаты при этом будут разные. Образуются разные конечные продукты, и энергии высвобождается разное количество. При бескислородном (анаэробном) дыхании энергии высвобождается значительно меньше.

Надо сказать, что аэробные и анаэробные организмы функционально дополняют друг друга и очень тесно взаимосвязаны.

Нелишне сообщить, что специалисты называют микроорганизмы сапротрофами (от греч. сапрос — гнилой), то есть питающи-

мися гнилью. С таким же успехом можно сказать "пожирающие гниль", а значит, назвать их сапрофагами. В литературе оба термина в ходу.

Каким образом происходит разложение? В клетках бактерий, а также в грибном мицелии вырабатываются специальные вещества — наборы ферментов. Эти вещества способствуют протеканию специфических химических реакций, когда они выделяются бактериями в мертвое вещество. В процессе разложения образуются вещества, которые оказывают очень важное влияние на рост других организмов, находящихся в их окружении. Если вещества, выделяемые одним видом организмов, влияют на организмы других видов, то специалисты их называют "вторичными метаболитами". Эти выделяющиеся бактериями вещества — "вторичные метаболиты" — могут быть: 1) ингибиторами, от лат. ингибере — сдерживать, останавливать (примером служит антибиотик пенициллин, который производится плесневым грибом), 2) стимуляторами (различные витамины и другие вещества, способствующие росту, такие, как витамин B_{12}, гистидин, урацил, тиамин и др.). Несмотря на то, что указанные вещества — ферменты бактерий, широко используются в медицине десятками лет и известны каждому, химическая структура многих из них не выяснена до сих пор.

Многие животные, которые питаются продуктами разложения, то есть детритами (их можно назвать детритоядными), питаются экскрементами, которые обогащены питательными веществами за счет жизнедеятельности микроорганизмов, которые поселились в них. Этих детритоядных животных называют копрофагами (от греч. копрос — навоз), то есть пожирателями навоза. Кстати, этот процесс переваривания экскрементов повторяется неоднократно разными организмами и продолжается до тех пор, пока все органическое вещество (детрит) не будет утилизировано.

В сущности, разложение органического вещества организмов, которые перестали быть живыми, зависит очень сильно от их механического измельчения. Какие процессы приводят к их измельчению — всем известно. Это и замораживание с последующим оттаиванием, и воздействие силы текущей воды, и многое другое. Дальнейшее измельчение производят живые организмы, пропуская вещество через себя и передавая его как эстафету друг другу по цепочке навозного питания.

Почему бактерии выполняют это очень необходимое, полезное дело? Потому, что в процессах разложения они получают питание, получают возможность жить. Как говорят, они занимают в природе свою экологическую нишу, без них жизнь не могла бы продолжаться.

Надо иметь в виду, что процессы разложения, как и процессы фотосинтеза, должны идти с определенной скоростью. Все должно быть сбалансировано, и нарушение баланса в ту или другую сторону нарушает равновесие в природе. Так, в настоящее время человек ускоряет процессы разложения в природе. Он сжигает древесину и органические вещества, которые накоплены в горючих ископаемых. В результате в воздух выбрасывается CO_2, которая фиксировалась в нефти, древесине, угле. Человек ускоряет процесс разложения и тем самым обогащает атмосферу Земли CO_2, что, в свою очередь, может привести к изменению климата.

Увеличение количества CO_2 происходит и в результате ведения интенсивного сельского хозяйства, поскольку оно сопровождается ускорением разложения гумуса. Что он собой представляет? Гумусовые вещества являются устойчивыми конечными продуктами разложения. Гумус обязательно присутствует в каждой экологической системе. Как мы уже видели, вначале идет размельчение органического вещества неживого организма — детрита. Это происходит в результате как физического, так и биологического воздействия на него. При этом высвобождается из детрита растворенное органическое вещество. После этого идет быстрое образование гумусового вещества. При этом микроорганизмы (сапротрофы) высвобождают дополнительное количество растворимых органических веществ. На третьей стадии разложения происходит более медленная минерализация гумуса.

Несмотря на очень важную роль в круговороте веществ гумуса, он пока что полностью не изучен. В частности, остается неясным, каким путем гумус разлагается. Специалистами рассматриваются два варианта разложения гумуса — особыми организмами, которые выделяют специальные ферменты, или же в результате абиотических химических процессов. Известно, что гумус имеет вид темного или желтовато-коричневого аморфного или коллоидного вещества. Химический состав гумуса довольно неопределенный. Собственно говоря, он не поддается обычному химическому лабораторному анализу. Исследования необходимо проводить непосредственно в натуре, на природе.

Гумус очень устойчив и далеко не все микроорганизмы способны его разлагать. Это обусловлено его химическим строением. Специалисты установили, что гумусовые вещества — это продукты распада белков и полиса харидов. Структура молекул гумуса такова, что они очень устойчивы к разложению микробами. В молекулах гумуса, который получен из лигноцеллюлозы, это обеспечивается образованием бензольного кольца фенольного типа и боковых цепей. Устойчивость естественного гумуса — это хорошо. Плохо другое — это искусственные токсические продукты (пестициды, гер-

бициды, промышленные отходы), которыми человек обильно засоряет окружающую среду, столь же устойчивы и не поддаются разложению микроорганизмами (у них также образуется бензольное кольцо со всеми последствиями). Указанные загрязняющие вещества не включаются в нормальный цикл с обязательным разложением и поэтому их накопление в окружающей среде очень опасно, тем более что они токсичны. Кстати, образование каменного угля является вторым этапом на пути образования гумусовых веществ. Образование гумусовых веществ происходит в присутствии кислорода, а образование из торфа лигнитов, а впоследствии бурого и в конце концов каменного угля происходит без кислорода. Концентрация углерода увеличивается по мере продвижения по этой цепи, последним звеном которой является каменный уголь.

Для проблемы избавления от загрязнителей окружающей среды важен процесс образования комплексов с ионами металлов. Эти комплексы нейтрализуют, обезвреживают данный токсический металл-загрязнитель. Если бы он не был связан указанными комплексами, то образовывались бы неорганические соли этого металла, обладающие токсическими свойствами. Этот процесс специалисты называют "захват клешней", или хелатирование (от греч. хеле — клешня). Но при чем тут клешня? Если изобразить структуру образующихся комплексов (например, на основе иона меди), то образовавшаяся структура напоминает две клешни краба, которые удерживают ион меди, связывают его, нейтрализуют его агрессивность, его токсичность. Если говорить на специальном языке, то клешнями краба являются пары ковалентных (–) и ионных (– и +) связей между двумя молекулами аминокислоты глицина. В данном случае процесс "связывания" металла очень на руку нам, поскольку благодаря ему связываются токсичные металлы, которые в больших концентрациях содержатся в промышленных отходах. Подчеркнем, что этот процесс хелатирования обязан естественному разложению органического вещества. Поэтому токсичность меди определяется не количеством меди, а тем количеством ионов меди, которые остались не связанными, но захваченными клешнями. А клешни образуются благодаря фитопланктону. Там же, где фитопланктона мало, то есть в открытом море, токсичность того же количества меди больше, чем в прибрежной полосе, где фитопланктона больше. По-видимому, такие условия, уменьшающие токсичность выбрасываемых в окружающую среду загрязненных металлов, можно создавать искусственно.

Мы называем бактерии, грибы, простейшие и водоросли "низшими" типами. Но, как ни парадоксально, "высшие" организмы не могут жить без микроорганизмов. Только "низшие" способны на то, чтобы выполнять практически все возможные биохимические

превращения. Именно "низшие" микробы обеспечивают "тонкую настройку" всего сообщества живых организмов благодаря тому, что они быстро и эффективно приспосабливаются к изменяющимся условиям. Благодаря этим своим свойствам бактерии можно использовать для очистки бытовых отходов. Но их надо использовать в паре с беспозвоночными, которые подготовят для микроорганизмов субстрат, измельчив до нужных размеров вещество-загрязнитель. Такие биологические очистные фильтры весьма эффективны.

С самого начала мы говорили о двух пищевых цепочках. Одна из них начинается с солнечной энергии, которую усваивают растения.

Эту пищевую цепочку называют пастбищной (даже в том случае, если это "пастбище" находится в море, а травой служит планктон). Вторая пищевая цепочка начинается от разлагающегося органического вещества, которое является источником энергии. Это детритная цепь. Обе эти пищевые цепи тесно взаимосвязаны. Например, животные съедают не всю траву (планктон). Часть ее гниет, то есть переходит в детритную пищевую цепь. Кроме того, пожиратели-животные (макрофаги) переваривают не всю поедаемую ими пищу. Часть непереваренных остатков выводится вместе с фекалиями. Они также переходят в детритную пищевую цепь.

Такое положение является нормальным. Травоядные не должны использовать — выедать больше половины прироста наземной растительности. В противном случае нарушится способность производителей (продуцентов) обеспечивать всю пищевую цепь. Из истории известно, что многие цивилизации погибли именно по этой причине — они допускали перевыпас скота.

Все хорошо в меру. Недовыпас столь же опасен, как и перевыпас, поскольку неиспользованная трава накапливается, а разлагаться не успевает. Это значит, что круговорот минеральных веществ существенно замедляется. Часто в таких случаях приходит на помощь пожар. (Не было бы счастья — да несчастье помогло.) Пожар делает свое доброе дело — он очень быстро возвращает в круговорот минеральные вещества, которые не успевали освободиться в процессах разложения.

Заканчивая рассмотрение пищевых цепочек, отметим, что отдельные звенья цепи не просто соединены в одну цепь, а практически входят друг в друга, составляют единое целое. Производители и пожиратели не являются антагонистами: последние заботятся о первых, как и первые о последних. Это, естественно, относится и к паре "жертва—хищник". Известно, что консумеяты (пожиратели) переносят элементы питания, распространяют семена растений и споры. Они синтезируют гормоны, благоприятно влияющие на производителей — кормовые растения. Так, микоризные грибы переносят элементы питания к корням растения. Это явление вза-

имной заботы специалисты называют мутуализмом. Такая связь называется обратной. Она направлена в обратную сторону, против потока энергии от продуцентов к консументам. Эта обратная связь является положительной, поскольку хищники и паразиты во многих случаях стараются обеспечить или даже улучшить благосостояние своих жертв.

Показателен такой пример. В теплице ученые изучали, как растут злаки, листья которых поедают кузнечики. Кузнечиков заменяли ножницами — срезали растение ножницами. Далее сравнивали рост растений, которые стригли кузнечики, с ростом тех растений, которые стригли ножницами сами ученые. Оказалось, что растения, которые объедали кузнечики, восстанавливались значительно быстрее тех, которые состригали ножницами. Почему? В чем разница? Оказалось, что в слюне насекомых имеется стимулятор — вещество, способствующее росту, восстановлению листьев растения. То же самое происходит и при выедании травы травоядными животными.

Подобных примеров бесконечное количество, поскольку вся природа — единое целое.

Из всего сказанного выше ясно, что судьба загрязняющих окружающую среду веществ часто непредсказуема. В одних случаях волею судеб они оказываются связанными и перестают проявлять свои токсические свойства. В других же случаях все происходит наоборот: попадая по воле человека в окружающую среду в казалось бы безвредных количествах, вредные вещества концентрируются и становятся опасными для живых организмов. В пищевой цепи происходит концентрирование некоторых веществ, в том числе и вредных. Это происходит вследствие накопления их организмами, поэтому его называют биологическим накоплением. Проиллюстрируем его суть примерами.

При активации и делении атомных ядер образуются радиоактивные осколки ядер — радионуклиды (нуклеос — ядро). Когда они проходят от одного звена пищевой цепи к другому, то постепенно накапливаются, концентрируются. Так, завод сливал в реку очень небольшие количества радиоактивных фосфора, йода, стронция и цезия. Все это делалось законно — специалисты считали, что такие количества (которые не превышали предельно допустимые концентрации по международным стандартам) не могут принести вреда рыбам и птицам. Но через некоторое время Комиссией по атомной энергии (дело было в США) было установлено, что в тканях рыб и птиц (питающихся рыбой) концентрация радионуклидов в тысячи раз превышала таковую в воде реки. Так, в яйцах гусей, которые гнездились на речных островах, концентрация радиоактивного фосфора оказалась в два миллиона раз выше, чем в речной воде. Надо

ли говорить, что совершенно недостаточно использовать некоторые абстрактные предельно допустимые концентрации, не представляя себе продвижение вещества по пищевым цепям.

Описание пищевых цепей мы начали с применения ДДТ для очищения болота от комаров. Рассмотрим этот пример более детально. Распыляя ДДТ на болотах, специалисты полагали, что остатки его будут смываться и с водой уходить в реки и море. Но оказалось, что ядовитые остатки, которые находятся в детрите (разлагающемся органическом веществе), концентрируются в тканях животных (рыб и рыбоядных птиц). Эффективность накопления очень высокая: отношение содержания ДДТ в организме рыбоядного животного к содержанию его в воде достигает полумиллиона. Это отношение называется коэффициентом концентрации. Его измеряют в частях на миллион и обозначают как 1: млн. или млн.$^{-1}$, то есть миллион в минус первой степени. Кстати, рыбы и птицы эффективно накапливают вещества благодаря своим значительным жировым отложениям. В них ДДТ и концентрируется. При этом накапливается практически любое вещество, которое впитывается (сорбируется) на частицах почвы и детрита. Затем оно растворяется в кишечнике и попадает в ткани организма животного. Для иллюстрации сказанного приведем численные значения, характеризующие накопление пестицида ДДТ в пищевой цепи.

Широкое применение ДДТ наделало (и продолжает делать) много бед. Были уничтожены целые популяции хищных птиц (скопы, сапсаны, пеликаны и др.), а также водных животных (например, крабов). Птицы очень чувствительны к ДДТ, а также к другим инсектицидам, которые являются углеводородами. Это обусловлено тем, что эти вещества приводят к снижению в крови птиц концентрации стероидных гормонов. А это, в свою очередь, нарушает образование скорлупы яиц. Последствия этого очевидны — птенец не может развиваться, поскольку яйцо лопается в самом начале высиживания. Получается, что отдельная птица, получившая определенную дозу (допустимую), сохранит свою жизнь. Но сообщество птиц, их популяция развиваться не может, поскольку птенцы вылупиться не могут. Так гибнет популяция. Человек тоже является хищником и поедает животных (в частности, рыб и птиц), которые концентрировали в себе вредные вещества. Но человеку повезло больше — пока пища из рыбы или птицы варится и обрабатывается, часть вредных веществ удаляется (но только часть!). Рыба в этом плане находится в более трудном положении — она поедает не только пищу (содержащую яд), но и пропускает через себя воду, выцеживая из нее яд.

Психология человека очень наглядно иллюстрируется примером с ДДТ. В развитых странах осознали, что он вреден, в конце концов, для человека, и запретили его применение. Но производ-

ство ДДТ продолжается, и он сбывается в другие страны, где его применение не запрещено. Не самоубийство ли это? Человек посылает яд соседу (за деньги), хотя должен бы знать, что последствий этого ему не избежать. Для воздуха и воды нет государственных границ. И расстояния на Земле крохотные. Так, пингвины в Антарктиде не могут высиживать птенцов, поскольку скорлупа яйца лопается — и это на идеально чистом материке! Где бы мы ни выбрасывали загрязнители, где бы мы ни спрятались на земном шаре, как бы мы ни прятали голову, подобно страусу, последствия этого мы испытаем на себе.

Таблица 1

Пример накопления устойчивого пестицида ДДТ в пищевой цепи

	Остатки ДДТ, млн$^{-1}$
Вода	0,00005
Планктон	0,04
Хибогнатус	0,23
Ципринодон	0,94
Щука (хищная рыба)	1,33
Рыба-игла (хищная рыба)	2,07
Цапля (питается мелкими животными)	3,57
Крачка (питается мелкими животными)	3,91
Серебристая чайка (падальщик)	6,00
Скопа (яйцо)	13,8
Крохаль (утка, питающаяся рыбой)	22,8
Баклан (питается более крупной рыбой)	26,4

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

В. И. Вернадский еще в 1926 г. писал, что "...все живое представляет неразрывное целое, закономерно связанное не только между собой, но и с окружающей средой биосферы. Но наши современные знания недостаточны для получения единой картины. Это дело будущего..."

Ясно, что если мы хотим понять сущность окружающего нас мира, мы должны рассматривать все вместе, как живое, так и неживое, в их взаимосвязи. Говоря о взаимосвязях, мы не должны ограничиваться только тем, что у нас под руками, близко. В сущно-

сти, взаимосвязано все, независимо от расстояний. Взаимосвязь осуществляется потоками энергии, вещества, информации. Главным источником жизни для Земли является самая близкая к Земле звезда — Солнце. Потоки солнечной энергии пронизывают все околосолнечное пространство (гелиосферу) и, естественно, все околоземное пространство (геосферу). Но имеются и другие, более удаленные источники энергии. Что касается вещества, то вещество Солнца также поступает в околоземное пространство и на Землю, но в малых количествах. Поэтому преобладает земное вещество, вещество, содержащееся в атмосфере, гидросфере и литосфере Земли.

Но этим возможности взаимодействия не ограничиваются. Взаимодействие между частями живого вещества, а также между живым и неживым происходит через информационное поле, которое мы рассмотрим позднее.

Исходя из сказанного, следовало бы изучать взаимосвязи как всего живого между собой, так и живого с неживым сразу, одновременно во всей Вселенной, то есть наблюдая за всей сценой, где эта драма разыгрывается, то есть за всей Вселенной, и за тем, что в ней происходит. Но возможности человека ограничены. Поэтому мы вынуждены ограничиваться наблюдениями на отдельных местах этой сцены, а затем пытаться сконструировать общую картину, представление о том, что происходило на всей сцене одновременно. По этой причине (в силу ограниченности своих возможностей) специалисты изучают взаимосвязь между животным и растительным миром и окружающей средой на ограниченных пространствах (например, в озере, в пруду, в степи, в тундре и т. д.). Традиционно считается, что установления связей между животным и растительным миром, с одной стороны, и окружающей средой, с другой, и есть наука экология, дающая знания о "доме". Часто экологи так и говорят, исходя из размеров объектов своих исследований. Они говорят, что экологическим "домом" для рыбы является пруд, для оленя — тундра и т. д.

Но если говорить по существу, по сути, самому смыслу дома, то это неверно. Конечно, можно прожить всю жизнь в комнате коммунальной квартиры и считать ее своим домом, то есть считать, что вы зависите от условий в этой комнате. Но шум в соседних комнатах этой квартиры заставит вас усомниться в том, что эта комната и есть ваш дом. А когда вы останетесь без отопления, вам придется вспомнить и о теплоцентре, а значит и обо всем доме. Мы можем называть нашим экологическим домом то пространство, которое обеспечивает стабильность функционирования всего живого. Жизнь в пределах этого дома не должна зависеть от того, что происходит вне его. Но возможно ли это? Возможно только в од-

ном случае — если мы расширим пределы дома на всю Вселенную. Говорить же о нашем земном доме можно, но только с очень большими, принципиальными оговорками. Суть их состоит в том, что наш земной экологический дом — это дом с открытыми дверями и окнами. Это должно обеспечить обмен энергией, веществом и информацией того, что внутри дома, с тем, что вне его.

Конечно, экологи, считая, что для рыбы домом является пруд, обходят эту трудность, оставляя открытыми двери и окна пруда. Они говорят, что экологическая система в пределах пруда является системой открытой, то есть системой, через границы которой происходит обмен энергией, веществом, информацией. Говоря этим языком, в пределах Земли не может быть закрытой (полностью автономной) экологической системы. Даже экологическая система, которая охватывает всю Землю (а это есть не что иное, как биосфера Земли), является системой открытой. Если бы мы попытались ее закрыть, то она не могла бы существовать ни одной минуты, так как прекратилось бы поступление энергии от Солнца, прекратилось бы взаимодействие биосферы с остальной Вселенной через информационное поле Вселенной. Все сказанное очень принципиально, и наши современные экологические проблемы вызваны главным образом неправильным представлением об окружающем нас мире. Человеку импонирует считать, что все или почти все происходит автономно, независимо друг от друга и, главное, что он, его действия, не зависят ни от чего, кроме его собственной воли. Что такое экологическая система, становится понятным уже из того, что мы приравняли ее биосфере Земли. Значит, экологическая система (экосистема) включает в себя живое (косное по В. И. Вернадскому) вещество и биокосное вещество. Изучить экосистему — значит установить процессы, протекающие в пределах системы, те взаимосвязи, которые там имеются. Конечно, можно определить систему и на сухом специальном языке: "Система — это упорядоченные взаимодействующие и взаимозависимые компоненты, образующие единое целое".

Экологическую систему определяют по-разному (но суть этих определений одна и та же):

"Любая единица (биосистема), включающая все совместно функционирующие организмы (биотическое сообщество) на данном участке и взаимодействующая с физической средой таким образом, что поток энергии создает четко определенные биотические структуры и круговорот веществ между живой и неживой частями, представляет собой экологическую систему, экосистему..."

"Экосистема — это часть биосферы, где существует хорошо упорядоченный обмен энергией и материалами между организмами и окружающей средой".

Английской эколог А. Тенсли, который и ввел в обиход термин "экосистема", определил ее как "взаимодействие живого населения с окружающей средой обитания".

Академик В. М. Сукачев в 1940 г. дал такое определение экосистемы (он употреблял термин "биогеоценоз"): "Однотипное растительное сообщество вместе с населяющим его животным миром, включая микроорганизмы, с соответствующим участком земной поверхности, с особыми свойствами микроклимата, геологического строения почвы и водного режима". Правда, В. М. Сукачев делал различие между экосистемой и биогеоценозом: "Биогеоценозы, в отличие от экосистемы — дискретные биохорологические единицы, в той или иной степени отделенные друг от друга различными границами".

Таким образом, экологическая система включает в себя:

1. Неорганические вещества (C, N, CO_2, H_2O и др.). Они находятся в непрерывном круговороте веществ в природе. Это косное вещество.

2. Органические соединения (белки, углеводы, липиды, гумусовые вещества и т. д.). Эти органические вещества связывают между собой биотическую и абиотическую части экосистемы, то есть живое и косное вещество. Органические соединения — это биокосное вещество.

3. Воздушную, водную и субстратную среду, которая включает в себя климатический режим, а также другие физические факторы. Естественно, это косное вещество.

4. Продуценты, которые могут производить пищу из простых органических веществ. Это, прежде всего, зеленые растения.

5. Консументы (как макроконсументы, так и микроконсументы). Продуценты и консументы подробно уже были рассмотрены. Ясно, что они составляют живое вещество.

Напомним, как понимал живое, косное и биокосное вещество В. И. Вернадский. Живое вещество — совокупность всех живых существ, населяющих планету (от простейших вирусов и клеточных до человека). Живое вещество характеризуется элементарным химическим составом, массой и энергией. Оно трансформирует солнечную энергию и вовлекает неорганическую материю в непрерывный круговорот. Косное вещество — это неживое и не связанное с жизнью вещество, к которому относятся глубинные породы, выбрасываемые вулканами в процессе горообразования, газы и т. д. При контакте с живым веществом косное вещество постепенно превращается в биокосное.

Биокосное вещество — вещество, имеющее минеральную основу, которая коренным образом преобразована жизнедеятельностью организмов. К нему относится почвенный покров, плодородие

которого обусловлено наличием органических веществ, а также воздух и вода. По определению самого В. И. Вернадского, это вещество, "которое создается одновременно живыми организмами и косными процессами" и является "закономерной структурой из живого и косного вещества".

Вещества биокосного происхождения — это чаще всего трупы, отмершие части животных и растений, каменный уголь, нефть, торф, сланцы (в основном горючие вещества, слабо реагирующие с остальными веществами).

Имеется и космическое вещество, которое поступает из открытого космоса, главным образом в виде космической пыли, реже в виде метеоритов и еще реже в виде болидов. Оно легко "усваивается" биосферой.

В. И. Вернадский показал, что масса вещества, вовлекаемого в жизненные процессы, постепенно увеличивается в процессе эволюции биосферы (первый закон В. И. Вернадского), и скорость оборачиваемости вещества увеличивается также (второй закон).

Далее мы рассмотрим свойства и эволюцию экосистемы. Изучая экосистемы, специалисты применяют различные методы, различные подходы. Главные из них два: от общего к частному и от частного к общему. Можно рассматривать экосистему как нечто единое, не детализируя все, происходящее в ней. При этом можно изучать вход и выход в систему. Прежде всего энергии и вещества. При этом на первый план выступают общие, совокупные или, как говорят специалисты, эмерд-жетные свойства системы. Этот подход к изучению экосистемы как к целому называется холистическим (от греч. холос — целый).

При другом подходе специалисты изучают, как под лупой, то, что происходит внутри экосистемы, как взаимодействуют между собой отдельные организмы, виды и т. д., а также как они взаимодействуют с окружающей средой. Другими словами, это путь изучения частей, элементов экосистемы с дальнейшим обобщением данных на всю систему в целом. Это путь от частного к целому. Этот подход называют мерологическим (от греч. мерос — часть). Надо ли говорить, что оба подхода нужны, что их нельзя противопоставлять друг другу. Конечно, на разных этапах исследования ученый располагает различным объемом информации как о частях экосистемы, так и об экосистеме как о целом. В одни периоды более успешно развивались исследования, использующие второй подход (от частного к целому), в другие периоды — первый. Это естественно.

Живое вещество не является однородным. Имеются различные организмы, различные по своим свойствам, функциям и т. д. Но организмы существуют не сами по себе, по отдельности. Они образуют вместе популяции. Различные популяции образуют сообще-

ства. Сообщества, в свою очередь, входят составной частью в экологические системы. Жизнь, функционирование популяций, сообществ и экосистем изучает экология. Но этими объектами не исчерпывается структура живого вещества. Ведь организм состоит из системы органов, а каждый орган его состоит из тканей, ткани состоят из клеток, а клетки из молекул и атомов. Эта структура живого вещества в деталях экологией не изучается (это предмет биологии и медицины), но и обойти ее, естественно, нельзя, поскольку речь идет о путях движения энергии, вещества и т. д. В этой структуре живого вещества Земли (атом, молекула, клетка, ткань, орган, система органов, организм, популяции, сообщества, экологические системы) каждое структурное звено специалисты называют уровнем организации. Они говорят: на организменном уровне, на популяционном уровне и т. д. Естественно, в структуре живого вещества выделяют генный уровень, то есть уровень генов. Он соответствует молекулярному уровню в приведенной выше схеме.

Каждая экосистема находится в непрерывном развитии (его обозначают термином сукцессия, от лат. сукцессио — преемственность, наследование). Экологическая сукцессия — это не просто развитие сообщества животных, это упорядоченный процесс развития, который не может происходить без изменения окружающей среды. В этом упорядоченном процессе развития сообщество изменяет окружающую среду так, что в новых условиях постепенно вместо старых видов образуются другие популяции, другие виды. В результате меняется характер всего сообщества. Этот упорядоченный процесс развития на определенном этапе выходит на плато, на равновесное состояние. Имеется в виду равновесие между живым веществом (сообществом экосистемы) и биокосным и косным веществом (абиотическими компонентами экосистемы). Это плато, это равновесие является зрелой стадией экологической системы. Таким образом, развитие (сукцессия) экосистемы определяется сообществом организмов (живым веществом), а скорость развития его, конкретный характер сообщества определяется косным веществом — физической средой.

Способность биосистемы (экосистемы) сохранять состояние равновесия и противостоять изменениям окружающей среды называется гомеостазом (от греч. гомео — то же, и стасис — состояние).

Здесь речь идет не вообще о равновесии, а об устойчивом равновесии. Примером такого равновесия являются качели. Если их толкнуть (вывести из состояния равновесия), то они покачаются и в конце концов снова возвратятся в это свое исходное равновесное состояние. Такое равновесие является устойчивым. Есть равновесие и неустойчивое. Например, если камень лежит на вершине горы, он находится в состоянии равновесия. Когда мы его сдвинули к склону

горы и он покатился вниз, он перестал находиться в состоянии равновесия. Дело в том, что состояние камня не было устойчиво равновесным. Он находился в состоянии неустойчивого равновесия. Оба эти равновесия нам надо иметь в виду. В настоящее время биосфера находится (будем надеяться) в состоянии устойчивого равновесия. Но мы можем так изменить окружающую среду, что это равновесие перестанет быть устойчивым, и камень покатится по склону горы вниз (разрушится озонный слой, ультрафиолетовое и рентгеновское излучение разрушит атмосферу и биосферу и т. д.). Собственно, это главный вопрос экологии: определить ту границу, тот рубикон, через который переступать человек не должен, если хочет сохранить свой дом и себя. Для того, чтобы определить эту границу, и надо знать, как откликается биосфера (экосистема) на изменения окружающей среды, а это значит, что надо знать, как происходят взаимодействия внутри экосистемы, а также на ее входе и выходе.

Широко распространено представление о том, что жизнь на Земле стала развиваться, эволюционизировать потому, что предварительно были созданы необходимые для жизни физико-химические условия. Но на самом деле это неверно. Можно сказать, что жизнь сама проложила себе дорогу, сама создала для себя необходимые условия. Конечно, в течение времени менялись и формы жизни и сами эти физико-химические условия. Не кислород был дан заранее для того, чтобы смогли возникнуть организмы, а наоборот, организмы сами создали кислород. То же самое можно сказать и о нитратах, которые содержатся в морской воде. Они образовались в процессе жизнедеятельности живых организмов. Установлено, что количество нитратов в море определяется биологическим (!) круговоротом фосфора.

Судьба атмосферы полностью зависит от живых организмов. Если бы (не дай Бог) они в какой-то момент перестали дышать, то через 21 год весь углекислый газ из атмосферы исчез бы. Что это значит — понятно. Нас сейчас беспокоят небольшие изменения его в атмосфере, что же говорить об условиях, когда весь углекислый газ исчез бы.

Таким образом, в нормальных условиях в экологической системе Земли — биосфере — имеет место устойчивое равновесие: жизнь создает необходимый для жизни состав земной атмосферы и морской воды. Но человек пытается нарушить это равновесие, изменяя состав атмосферы, воды и даже почвы. С одной стороны, из атмосферного газа все больше потребляется кислорода на нужды промышленности и транспорта. С другой стороны, человек сокращает площади лесных массивов. Загрязняя воды Мирового океана, он сокращает плантации морского фитопланктона, который, как и растения на суше, поставляет кислород в атмосферу. Итого: общее

содержание кислорода в атмосфере уменьшается. Одновременно количество CO_2 увеличивается. Это и понятно, поскольку за последние 80 лет производство электроэнергии увеличилось более чем в тысячу раз. 80% ее вырабатывается на тепловых электростанциях путем сжигания нефти, угля и газа. Как известно, при этом выделяется CO_2. Потребление нефти за этот период возросло в 43, а газа в 34 раза. К концу второго тысячелетия потребление всех видов энергоресурсов достигнет примерно 25 млрд. тонн условного топлива. 71% из него составят нефть, газ и уголь.

Нельзя забывать и о транспорте. Он потребляет примерно шестую часть энергоресурсов. В результате функционирования транспорта большое количество токсичных веществ, которые содержатся в отработанных газах силовых установок, а также пыли и других вредных компонентов попадает в атмосферу. Одновременно загрязняются почва и водоемы вследствие слива и прилива горюче-смазочных материалов. Говоря о факторах, ограничивающих нормальное существование живых организмов, нельзя не сказать о такой характеристике воды, как pH. Этот показатель характеризует реакцию водных растворов (щелочная она или кислотная). Он выражает степень и характер ионизации водных растворов. Установлено, что жизнь может существовать только в том случае, если ионизация меняется только в известных пределах, а именно от одной миллионной доли до одной десятимиллиардной доли процента для ионов H^+. Это значит, что pH может изменяться в пределах от 5 до 9. pH морской воды находится в этих пределах (составляет примерно одну миллиардную долю ионов H^+) и равно 8. Морская вода слабо щелочная, в ней ненамного преобладают положительные ионы H^+ над отрицательными ионами OH^-. Это соотношение (pH = 8) практически не меняется, несмотря на то, что в морской воде протекает бесконечное количество химических процессов.

Организмы выделяют аммиак, который и поддерживает в почвах и донных осадках значение pH, благоприятное для жизни самых разнообразных организмов. Без аммиака pH могло бы так сильно понизиться, что это имело бы катастрофические последствия для большинства видов организмов. Такие условия (слабо щелочные) очень благоприятны для жизни морских организмов.

Таким образом, современный газовый состав атмосферы, а также морской воды сформировался как результат деятельности организмов в продолжение предшествующих миллионов лет. Кстати, озон, являющийся зонтиком для живых организмов, также ими создан. Дело в том, что, создавая в земной коре свободный кислород, жизнь тем самым создала озонный слой, а значит, создала для себя зонтик, прикрывающий биосферу от губительного ультрафиолетового излучения Солнца.

Кстати, и почва обязана своему возникновению и существованию деятельности живых организмов. Согласно В. И. Вернадскому, почва является биокосным телом, состоящим одновременно из живых и косных (неорганизованных) тел. Значит, она возникла на Земле одновременно с живой материей. Почвы не могло быть до того, как не появились живые организмы. Как известно, жизнь в литосфере (от греч. литос — камень) — в верхней твердой оболочке Земли — концентрируется только в поверхностном слое земной коры, главным образом в почве.

РАЗВИТИЕ ЭКОСИСТЕМЫ

Экологическая система включает в себя как живые организмы (живое вещество), так и среду их обитания. Изменения в экосистеме могут происходить как в результате взаимодействия живых организмов (видов) между собой (процессы конкуренции и сосуществования), так и вследствие изменения внешней среды (например, вследствие пожаров, штормов, сильных загрязнений промышленными отходами и многое другое). Если причина изменений в экосистеме вызвана взаимодействием живых организмов (различных видов), то такое изменение (развитие) называют собственным, или аутогенным. Кстати, специалисты вместо слова развитие употребляют термин "сукцессия". Его они применяют как к животным и растениям, так и к человеческим сообществам. Так, в разделе "Экология общества" мы будем говорить о сукцессии этносов, то есть сообщества людей. Если же причина изменения (развития — сукцессии) экосистемы вызвана изменением условий во внешней среде (например, условия после пожара), то такое развитие экосистемы называют аллогенной (то есть порожденной извне) сукцессией (от греч. аллос — другой, иной).

Если существование экосистемы, ее развитие на данной территории начинается, так сказать, с чистого листа, например, после извержения вулкана, обширных пожаров или после завершения строительства новых водохранилищ, то потребуется определенное время, пока все население данной территории придет в сбалансированное состояние. Ведь в конце концов должен наступить баланс, равновесное состояние, при достижении которого экосистема войдет в оптимальный режим. Это значит, что ее коэффициент полезного действия, если можно так сказать, достигнет максимума. Можно оперировать не биомассой, а количеством информации. При стабилизации экосистемы достигается максимально высокое содержание информации.

Эта тенденция развития экосистемы в сторону увеличения ее КПД соответствует хорошо известному экологам "Закону максимума энергии в биологических системах". Суть его состоит в том, что при развитии экосистемы ее настрой, видоизменение происходит так, чтобы количество энергии, которая направлена на дыхание системы (ее поддержание), постоянно увеличивалось по мере роста всей биомассы экосистемы и увеличения всего ее органического вещества. Это и есть полезная энергия. Это увеличение возможно до тех пор, пока вся доступная экосистеме энергия не станет полезной, то есть не будет тратиться на поддержание экосистемы. Этот объективный закон очень важен, принципиален. Он показывает, что развитие экосистемы идет не в любом, а именно в этом направлении: одни виды животных приходят на смену другим не по своей прихоти или желанию, а потому, что их КПД выше, поэтому они выводят экосистему на более оптимальный уровень развития. И так до достижения стабильности.

В процессе развития (сукцессии) экосистемы меняется не только количество представителей разных видов, из которых состоит экосистема, но и возникают в данной экосистеме новые виды, а старые исчезают. При этом одни сообщества последовательно замещаются другими. Такую последовательность смены сообществ специалисты называют серией. Сообщества, которые в процессе сукцессии существовали только некоторое (но весьма определенное) время, называют стадиями данной серии. Их же называют стадиями развития или же пионерными стадиями.

Когда экологическая система в результате сукцессии достигла стабильного состояния, то дальше она должна без каких-либо заметных изменений существовать сколь угодно долго. Такую систему называют климаксом. Этот термин также применяют при описании сообществ людей, например, этносов. Такое состояние возможно до тех пор, пока какая-либо внешняя причина не изменит условий внешней среды.

При сбалансированном состоянии экосистемы валовая продукция равна энергии, уходящей на дыхание. Но в начальный момент развития экосистемы валовая продукция больше или меньше энергии, уходящей на поддержание процесса дыхания. В первом случае говорят, что имеет место автотрофная сукцессия, то есть развитие за счет собственной пищи. Это происходит, например, в том случае, если в среде вначале нет органического вещества, но усвоение энергии путем фотосинтеза (валовая продукция) больше, чем потребности в энергии для поддержания (дыхания) сообщества. Во втором случае имеет место гетеротрофиал — сукцессия, связанная с гетеротрофами. Это реализуется, например, в том случае, если среда богата органическими веществами (в очистном от-

стойнике). Там незамедлительно появляются гетеротрофы — бактерии и другие микроорганизмы. В этом случае валовая продукция меньше энергии, которая идет на поддержание (дыхание) экосистемы. Но в обоих случаях со временем наступит оптимум — равенство усваиваемой энергии и энергии, которая идет на дыхание. При этом КПД равен единице. Это достигается в климаксной экосистеме. Кстати, усваиваемую энергию специалисты называют "связанной" — система сумела ее усвоить, связать.

Если территория, на которой начнется развитие новой экосистемы, раньше не была занята никем (из животных и растений), то такую сукцессию называют первичной. Если же территория для новой экосистемы освободилась путем изгона из нее прежних обитателей (например, вырубили лес или забросили поле), то такая сукцессия называется вторичной. Совершенно очевидно, что достичь оптимума в развитии экосистемы, то есть климакса, можно, если совместить автотрофную и гетеротрофную сукцессии. В жизни так оно и происходит — обе эти ветви развития уравновешивают друг друга. В таких климаксных экосистемах крупные органические структуры поддерживаются небольшим расходом энергии на дыхание и невысокой суточной продукцией.

Имеется еще один принцип (закон), которому следует развитие экосистемы. Его существование должно нас радовать, ведь, следуя ему, экосистема сама, без нашего вмешательства, способна совершать восстановление, регенерацию веществ. Это действительно отрадно, поскольку восстанавливать, благодаря деятельности человека, есть что. Так вот, экосистема развивается так, чтобы максимально восстановить то, что мы нарушили. Экосистема, достигшая высокого уровня развития, способна приводить к замыканию или "уплотнению" биогеохимических циклов главных биогенных элементов (азота, фосфора, кальция). Напомним, что в результате деятельности человека появляются в природе такие изделия, которые уже никак не могут вернуться в кругооборот веществ в природе. Только экосистемы способны, хоти бы частично, вернуть некоторые из них в общий круговорот, замкнутый цикл. По крайней мере, они стараются это делать, это им предписано описанным выше принципом.

Специалисты показали, что на разных стадиях развития экосистемы источник азота может меняться. Первичные (пионерные) растения берут азот из нитрата, тогда как на последующих стадиях (когда вырастает лес) азот черпается из аммония. В морских развитых экосистемах (морские травы) азот восстанавливается в форме аммиака. Это происходит благодаря анаэробным микробам. Этот механизм восстановления азота из нитрата более эффективен в смысле расходования энергии, нежели механизм восстановления азота из нитрита. Так оптимизируется расход энергии.

Специалисты детально изучили различные варианты развития экосистемы (различные сукцессии), и они подробно описаны в литературе. Мы не будем заниматься этой детализацией, считая, что она более необходима биологам. Нас больше интересует восстановительная функция экосистем. Тем не менее для лучшего понимания процесса развития экосистемы приведем главные, общие для всех экосистем черты. На примере вторичной растительной сукцессии в степных районах и на голом поле предгорий. Установлено, что эта сукцессия (развитие) проходит четыре последовательных стадии (этапа). Первые 2—5 лет на старых заброшенных дорогах появляются и развиваются однолетние сорняки. Это стадия первая — стадия однолетних сорняков. После нее наступает стадия короткоживущих злаков, которая длится примерно 3—10 лет. После нее наступает ранняя стадия многолетних злаков, которая длится от 10 до 20 лет. Заключительная, климаксная стадия многолетних злаков наступает спустя 20—40 лет. Значит, через 40 лет после того, как поле перепахано, завершается развитие стабильной экологической системы, которая называется степью. Процесс завершается степным климаксом.

Практически во всех учебниках по экологии приводят подробное описание развития на голом поле лесной экосистемы. Хронология этой сукцессии такова. На голом поле спустя 1—2 года формируется степь. Затем, спустя 3—20 лет, вырастают злаки и кустарники, которые через 25—100 лет вытесняются сосновым лесом. Климаксный лес из дуба вырастает через 150 и более лет. Здесь речь шла о повторной сукцессии, поскольку лес возник на поле, то есть взамен первичной сукцессии — травы.

Следует отметить и еще один принцип, которому следует развитие экосистемы. Его называют переходом от количества продукции к качеству. Суть его состоит в том, что на ранней стадии развития экосистемы (далеко до достижения стабильности) развиваются виды, у которых скорости роста и размножения велики. С течением времени, по мере приближения к стабильной стадии развития эти виды животных постепенно заменяются такими, которые лучше приспособлены к выживанию в создавшихся условиях конкуренции. Для этих видов характерны низкая скорость роста и размножения. Развитие идет в прогрессивном направлении. По-видимому, в процессе этого развития происходят генетические изменения, которые охватывают все живое вещество экосистемы. В результате происходит постепенное увеличение размеров организмов. Растения адаптируются к переходу питания от неорганических биогенных элементов к органическим веществам и поэтому увеличивают свои размеры. Размеры животных также увеличиваются в процессе сукцессии.

В процессе сукцессии экосистемы меняется и разнообразие видов. На ранних стадиях развития разнообразие всегда растет. Но оно достигает максимума в разные фазы развития. В одних случаях это происходит в конце сукцессии, а в других — оно приходится на ее середину. Какой именно вариант реализуется на практике — зависит от двух факторов, которые действуют в противоположных направлениях. Один из них — размер организмов: чем больше эти размеры, тем разнообразие меньше. Происходит исключение многих видов (организмы меньших размеров) в результате конкуренции. Другой фактор, способствующий увеличению разнообразия видов, — это увеличение количества возможных ниш. Это происходит вследствие увеличения биомассы, а также по другим причинам. Ясно, что соотношение этих двух конкурирующих процессов зависит от того, что собой представляет изучаемая группа, в каких условиях она развивается и т. п. Изменение видового состава обусловливается в большей степени ростом органического вещества, а также сложностью экосистемы. Поддержание высокого разнообразия требует больших затрат энергии. Ясно, что нарушение в поступлении достаточного количества энергии не может не сказаться на разнообразии. Надо иметь в виду, что в процессе развития экосистемы меняется не только разнообразие видов, но и биохимическое разнообразие. В качестве примера этого приводят увеличение разнообразия состава жирных кислот планктона и бентоса по мере того, как созревает и усложняется морское сообщество.

Из всего вышесказанного следует, что "сукцессия — это не просто последовательность разных систем, а единая система, которая меняет во времени переходящие виды и популяции".

Экосистема в результате завершенного развития приходит в стабильное состояние — становится климаксным сообществом. Сообщество (экосистема) в этом состоянии может без каких-либо катаклизмов существовать как угодно долго, находясь в равновесии с окружающей средой и будучи внутренне уравновешенным — его внутренние составляющие сбалансированы друг другом, уравновешены. Стабильность климаксных сообществ выражается в том, что продукция уравновешивается потреблением. Если система открытая, то есть в нее поступает энергия (импорт) и из нее удаляется энергия (экспорт), то первый, естественно, надо сложить с продукцией, а второй — с потреблением. Для стабильных систем равенство первого (производство плюс импорт) и второго (потребление плюс экспорт) гарантировано.

Специалисты используют два понятия: региональный (климатический) климакс и местный, локальный (эдафетический) климакс. Первый находится в равновесии с общими климатическими

условиями. Второй является местным. Он соответствует особым местным условиям субстрата. Но таких местных условий может быть (и есть) много, поэтому местных климаксов много.

Самой большой экосистемой на Земле является биосфера Земли. Имеет смысл рассмотреть ее эволюцию. Все сказанное выше и относящееся к ограниченным экосистемам относится и к биосфере. Во-первых, она изменяется под действием внешних (аллогенных) сил — климатических, геологических и других крупномасштабных изменений. Во-вторых, биосфера изменяется под действием внутренних процессов. Они связаны с активностью живых организмов (живого вещества) биосферы. Небезынтересно проследить историю развития биосферы.

На первом этапе происходило образование органического вещества в результате синтеза в абиотических процессах. Это органическое вещество служило пищей крошечным анаэробным гетеротрофным организмам. Этот период имел место примерно 3 млрд. лет тому назад. До этого атмосфера Земли состояла из азота, аммиака, водорода, окиси углерода, метана и водяного пара. Атмосферный газ в то время во многом определялся газовыми извержениями вулканов. Поэтому он содержал хлор, сероводород, а также другие газы, которые являются ядами для современных живых организмов. Активность вулканов в тот период была весьма высокой.

Поскольку в то время еще не существовало кислорода, не могло быть и озона — озон образуется из кислорода. Но поскольку отсутствовал озонный слой, то ультрафиолетовое излучение Солнца беспрепятственно достигало поверхности Земли (воды и суши). Известно, что под действием этого излучения погибла бы жизнь на Земле, потому столь опасно разрушение озонного слоя, который задерживает ультрафиолетовые лучи. Но в то время ультрафиолетовые лучи выполнили благородную миссию — благодаря им появилась жизнь. Считается, что именно ультрафиолетовое излучение вызвало химическую эволюцию, благодаря которой образовались сложные молекулы органических веществ. Эти вещества (аминокислоты), как известно, играют главную роль в создании живых систем. Это своего рода строительный материал. Дрожжеподобные анаэробы, получающие энергию для движения в результате брожения, были первыми живыми организмами на Земле. Они должны были находиться под достаточно толстым слоем воды для того, чтобы защититься от губительного воздействия ультрафиолетовых лучей. Организмы в это время были одноклеточными (прокариоты), не имеющими оформленного ядра. Эти организмы питались органическими веществами, которые образовывались под действием ультрафиолетового излучения и опускались под воду, где находились живые организмы. Подняться вверх за пищей эти организ-

мы не могли без риска для своей жизни. Им оставалось только одно — ждать, когда пища придет сама. Этот период на Земле, первый период жизни, длился целые миллионы лет.

Примерно два миллиона лет назад количество кислорода стало увеличиваться и за счет организмов, живущих в воде. Отсюда он диффундировал вверх, в атмосферу. Кроме того, под действием ультрафиолетового излучения молекулы воды диссоциируют, распадаются на водород и кислород. Этот кислород под действием того же ультрафиолетового излучения превращается (хотя бы частично) в озон. А это уже защита от ультрафиолетового излучения, возможность развития более сложных форм жизни. Так возникает возможность развития обладающей оформленным ядром клетки. Так началась эволюция крупных и сложных организмов.

В это же время происходили изменения в окружающей среде. Образовались геологические формации в результате того, что многие минералы выпали в осадок.

После образования озонного слоя появилась защита ДНК от ультрафиолетового излучения. Так для жизни отпала необходимость прятаться в водной глубине. Далее жизнь распространилась по суше. В настоящее время содержание кислорода в атмосфере Земли составляет примерно 20%. Первые клетки с ядрами появились тогда, когда количество кислорода достигало 3—4% от его современного количества. Это было около 1 млрд. лет тому назад. В продолжение длительного периода, который был назван "докембрием", на Земле существовали только одноклеточные формы жизни. Но примерно 700 млн. лет тому назад ситуация коренным образом изменилась — начали появляться многоклеточные организмы. Это стало возможным тогда, когда количество кислорода в атмосфере достигло примерно 8% от общего количества атмосферного газа. Этот период получил название "кембрий". Специфичным для него в смысле развития жизни стало то, что живые организмы получили возможность очень быстро размножаться. Специалисты это называют эволюционным взрывом новых форм жизни. В это время появились морские водоросли, губки, кораллы, черви, моллюски. Появляются предки позвоночных, а также семенных растений. Происходит интенсивное связывание энергии путем фотосинтеза. Благодаря этому существенно увеличивается количество кислорода. Его стало больше, чем было нужно для потребления живыми организмами. Избыток кислорода поступал в атмосферу. Как уже говорилось, часть его стала под действием ультрафиолетового излучения превращаться в озон. Защита от ультрафиолетового излучения позволила жизни (живому веществу) быстро распространяться по всей Земле. За "кембрием" последовали периоды палеозойской эры, когда жизнь охватила не только водное пространство, но и сушу.

Для существования (и возникновения) организмов крупных размеров необходимо большое количество кислорода в атмосфере. Такой период настал тогда, когда количество кислорода увеличилось. Примерно 400 млн. лет тому назад кислорода образовалось столько же, сколько его потреблялось живыми организмами. Он составлял 20% всего атмосферного газа (как и сейчас). Это было в середине палеозоя. Рассматривая всю биосферу как единую экосистему, можно сказать, что в начальный период происходила гетеротрофная сукцессия (пищей служило органическое вещество), которая затем сменилась автотрофной сукцессией. Это произошло тогда, когда появились автотрофы, то есть организмы, способные сами связывать, усваивать солнечную энергию.

В конце палеозоя содержание кислорода уменьшилось и одновременно увеличилось содержание CO_2. Тенденция таких изменений наблюдается и сейчас, только масштабы этого пока что разные. Естественно, что в результате этого произошло изменение климата — вследствие действия парникового эффекта он стал значительно теплее (потепления климата мы боимся и сейчас). В то время происшедшее потепление климата привело к бурному развитию автотрофов — растительных организмов. Подобное этому, только в малых масштабах, можно наблюдать по весне в водоемах. Это цветение водорослей происходит в условиях избытка пищи. Такое "зеленое цветение" имело место и на Земле. Благодаря ему большое количество солнечной энергии в процессах фотосинтеза было связано (оприходовано) и отложено в запасники в виде каменного угля и др. Для нас ли был сделан этот запас? Чем больше становилось зеленых растений (автотрофов), тем больше выделялось кислорода. Так ситуация снова стала сбалансированной, как и до этого — кислорода стало больше, а CO_2 меньше. Было достигнуто равновесие (не абсолютное, а время от времени в небольших пределах меняющееся, колеблющееся, осциллирующее), в условиях которого живем и мы. Дай Бог его не нарушить собственными действиями.

Из всей описанной выше истории самое важное состоит не в том, чтобы запомнить название периодов и сроки, а в том, чтобы понять, насколько абсолютно все составляющие биосферы — все, что есть вокруг нас, взаимосвязано друг с другом и, естественно, зависит от поступления энергии извне (прежде всего от Солнца). Не потрясает ли думающего человека, что жизнь сама создала для себя необходимые условия (в частности, наличие кислорода), а сама меняла только форму. Но в сущности и это высказывание в философском, мировоззренческом смысле неверно. Неверно принципиально. Правильно говорить не о взаимодействии, а о согласованной работе. Мы же не говорим о взаимодействии разных паль-

цев на руке, или обеих рук — левой и правой — и не удивляемся, открывая для себя проявления этого взаимодействия. Мы просто достоверно знаем, что организм един, и поэтому рассматриваем функционирование его как единого целого. Таким единым организмом является и биосфера вместе с окружающей средой (водой, воздухом, почвой и т. д.). Это один, единый организм, и он живет, подчиняясь единым законам. Хотя, по-видимому, это даже не организм, а только один из органов организма, скажем, его рука. Весь организм целиком занимает всю Вселенную, а точнее, является всей Вселенной. Поэтому надо постепенно отходить от средневекового представления о том, что есть человек (и это главное, центральное событие) и все остальное иже с ним, что все это делится на полезное и вредное, что человеку можно все. Надо усвоить, что нет человека и природы, человека и космоса, человека и Вселенной (как мы звучно привыкли выражаться, демонстрируя свои познания), а есть природа, космос, Вселенная! И только часть их, одна клеточка огромного единого организма — это человек. Эта клеточка — человек; если она хочет жить, должна подчиняться тем законам, которые предписаны для всего организма — Вселенной. Еще в XVII в. один из умнейших философов Фрэнсис Бэкон сказал: "Мы не можем управлять природой иначе, как подчиняясь ей". Но, похоже, время ничему не учит. Иначе откуда бы мы спустя четыре столетия услышали, что "мы не можем ждать милости от природы, взять их у нее — наша задача". Призыв — покорить природу — самый бредовый. Следуя ему, мы вскоре можем оказаться вытолкнутыми из природы, как инородное тело, и закончить свое существование как вида в экосистеме — биосфере Земли.

БИОПАТОГЕННЫЕ ЗОНЫ — ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР

Вся Земля покрыта сетью полос, которые перпендикулярны друг другу, имеют различную ширину. Это вертикальные структуры, поэтому наблюдаются на любой высоте (в доме на любом этаже). Эти полосы (зоны) называют патогенными потому, что они вызывают патологию в живых организмах, которые длительное время (систематично) находятся на полосах. Их называют и геопатогенными и биопатогенными. Мы считаем, что последний термин (биопатогенные зоны) отвечает существу происходящего. Ведь речь идет о патологии биосистем (в том числе и человека), а не Земли. Правда, некоторые вкладывают в этот термин и смысл патологии Земли — на

том основании, что эти полосы (зоны) определенным образом связаны с тектоническими разломами, трещинами (конечно, невидимыми), которые можно рассматривать, как патологию Земли. Но логики в этом нет. Все, что создано природой, не может считаться патологией. Биопатогенные зоны являются экологическим фактором, поскольку оказывают влияние на развитие растений, жизнь животных и здоровье человека. Прежде чем рассмотреть это влияние, укажем основные свойства биопатогенных полос.

В 1953 г. Ф. Шнеггенбургер в работе "Полосы возбуждения и сеточная система" сообщал, что доктор Карри нашел, что биопатогенные полосы составляют сетку, которая образуется параллельными линиями, направленными как с юго-запада на северо-восток, так и перпендикулярно — с северо-запада на юго-восток. Эти полосы простираются на весь земной шар. Правда, сеточную структуру биопатогенных полос описывали и до этого. Так, в 1937 г. ее описал французский врач Пайре. Он назвал ее сеточной системой. Но в современной литературе наиболее часто используется термин "сетка Карри". Правда, довольно часто пишут и говорят о сетке биопатогенных полос Хартмана. Врач Э. Хартман описал такую же в принципе сетку, только менее регулярную.

Полосы сетки Карри идут в определенном порядке. Одна за другой параллельно расположено 14 очень тонких полос. Следующая 15-я полоса имеет ширину около тридцати сантиметров. Указанные очень тонкие полосы в квартире обычно не принимаются в расчет. Учитываются только тридцатисантиметровые и более широкие. После каждой четырнадцатой (тридцатисантиметровой) полосы идет пятнадцатая шириной в один метр. Этот закон продолжает действовать и дальше. Это значит, что после четырнадцати метровых полос должна быть более широкая полоса. Ее ширина каждый раз увеличивается в три раза. После метровых полос следуют трехметровые. После четырнадцати трехметровых полос следует десятиметровая полоса и т. д. Поскольку такая закономерность выполняется строго, то через определенное расстояние следуют полосы шириной в десятки метров, а через еще большие расстояния — в сотни метров. Описанные полосы пересекаются такой же системой перпендикулярных полос. Так получаются "параллели" и "меридианы" (биопатогенные). В местах их пересечения (узлах) излучение наибольшее. При высокой солнечной активности, которая повторяется каждые 11 лет, биопатогенные полосы самые широкие. С. С. Соловьев сообщает, что "полосы первой степени при спокойном Солнце имеют ширину 20—30 см, а в годы повышенной солнечной активности — 70 сантиметров". Ширина полос меняется также в зависимости от сезона, времени суток и других факторов, связанных с положением Земли относительно Солнца, планет и Луны.

Биопатогенные зоны оказывают влияние на человека, животных и растения. О связи между растениями и биопатогенными полосами было известно давно. Еще в труде Г. Агриколы "О горном деле и металлургии" эта связь описана так: "...жилы (биопатогенные полосы) выделяют испарения. Вследствие этого, если в каком-либо месте деревья, растущие длинным рядом, в самое необычное время теряют свою свежесть и чернеют или пестреют либо одно за другим валятся ветром, там кроется жила. Иногда даже длинной полосой над местом, где притягивается жила, растет какая-либо трава, или какой-либо род грибов, причем их нет над породными прослойками, а иногда и над ближайшей жилой. Разумеется, и по этим признакам можно обнаружить жилы".

Г. Франциус в 1910 г. писал: "Проходя через мой сад, водоискатель Бюлов нашел, что в том месте, где я тщетно в третий раз сажал вьющуюся розу, которая и на этот раз погибла, проходит подземный водяной поток (биопатогенная зона), "указатель" в этом месте повернулся вверх".

В Большом энциклопедическом словаре Брокгауза (1935 г.) приводятся сведения о том, что на биопатогенных зонах хорошо растут ядовитые растения, такие как болиголов, наперстянка, осенний безвременник, переступень. Здесь они развиваются значительно лучше, чем вне зон (полос). Любопытно, что в этом же словаре говорится, что те деревянные дома, которые находятся на биопатогенных полосах, с очень большой вероятностью поражаются дереворазрушающим грибом.

Специалисты установили, что плодовые деревья (особенно яблоня), которые растут на биопатогенных полосах, развиваются плохо, с патологией — у них появляются "раковые наросты". Если эти деревья растут на пересечениях биопатогенных полос (на узлах биопатогенной сетки), то вероятность такого развития событий практически стопроцентная.

Многие ученые, занимающиеся исследованиями по проблеме биопатогенных зон, пытались проследить, как проходят биопатогенные полосы в лесу. Изучался характер, рост, вид и развитие отдельных растений. Так, финский ученый В. Аалтонен (1950 г.) пришел к заключению, что в земле находятся "своеобразные разветвляющиеся лучевые линии". Это те линии (полосы), на которых проявляется реакция лозы, то есть биопатогенные полосы.

Исследования показали, что не все растения реагируют одинаково на биопатогенные полосы. О яблоне мы уже говорили — ей на полосе, а тем более на пересечении полос плохо. Х. Веркмейстер (1963 г.) подтверждает это и указывает, что на биопатогенных полосах плохо не только яблоне, но и вишне. Но в то же время, по его свидетельству, на биопатогенных полосах очень хорошо растут па-

поротник, крапива, дуб. Этот список дополняет А. Ренка (1965 г.). Он утверждает, что на биопатогенных полосах очень хорошо растут сочная трава, верба, ива, озерный камыш, ольха, ежевика, мать-и-мачеха, лапчатка гусиная. В то же время плохо растут на полосах клен, плакучая ива, береза и ель. Разные растения, деревья, цветы имеют разное по знаку излучение (положительное или отрицательное). Положительный заряд имеют осина, яблоня, береза, алоэ, коланхоэ, слива, липа, герань, а также все луковичные. Отрицательный заряд имеют вишня, сосна, сирень, груша, лимонное дерево, плющ, все кактусы и пальма, примула, фиалка, азалия.

Те деревья и растения, излучение которых положительное, на биопатогенных полосах (на этих полосах излучение тоже положительное) развиваются плохо. На этих полосах слива не плодоносит, липа не цветет, у яблони наблюдаются повреждения коры. Если деревья имеют противоположные по знаку излучения и находятся рядом, то они растут и развиваются плохо (мешают друг другу). Поэтому нежелательно сажать яблони и вишни рядом. Известно, что яблоня, которая растет вблизи вишни, первые восемь лет не плодоносит. В список деревьев, которые плохо развиваются на полосах, необходимо включить и ясень. А огородникам надо знать, что на биопатогенных полосах плохо растут огурцы, сельдерей, лук, кукуруза, бирючина. Таким образом, на биопатогенных полосах хорошо чувствуют себя сорняки и ядовитые растения. Культурные же растения (кукуруза, лук, сельдерей, помидоры, горох и другие) развиваются на полосах плохо. Нет ли какого-либо "материального" объяснения этого факта? Я. Валдманис попытался связать это с составом почвы. О своих экспериментах он пишет так: "Мы проверяли минеральный состав почвы в местах пересечения "водяных жил" (биопатогенных полос) и сравнивали его с составом почвы по соседству, то есть вне аномальных полос.… Образцы почвы брали из двух различных глубин: 15—20 и 35—40 см. Были исследованы две серии образцов, взятых на лугу и в лесу. В образцах определяли количество макроэлементов. (N, P, K, Ca, Mg, Fe) и микроэлементов (Cu, Zn, Mn, Co, Mo, B) по методике Г. Я. Ринькиса (1972 г.). Всего было взято 32 образца почвы — в 8 местах пересечения линий, соединяющих точки проявления лозоходной реакции, и в 8 местах вне зон аномалии, но вблизи от них. Исходя из физических характеристик конкретного образца, определялась оптимальная для данного образца концентрация элементов. Затем эти данные сопоставлялись с фактическим содержанием элементов. В результате оказалось, что среднее количество всех 12 указанных элементов вне зон составляет 75% оптимального их содержания, а в местах пересечения биопатогенных полос только 25%. Такая зависимость прослеживалась как для образцов, взятых на лугу, так и для образ-

цов, взятых в лесу. Разумеется, проверенные нами 16 точек не могут дать ясного представления о различии распределения элементов в почве в местах проявления лозоходной реакции (на биопатогенных полосах) и по соседству. Имело бы смысл продолжить подобные эксперименты.

Но все же... Не наводит ли это на размышления? Г. Я. Ринькис такое распределение элементов в почве объясняет обычным вымыванием, если допустить, что в местах появления лозоходной реакции (на биопатогенной полосе) почва немного влажнее и уровень подземных вод ближе к горизонту, чем в соседних местах. Отсюда становится понятным, почему в местах проявления реакции (на биопатогенных зонах) произрастают сорняки и ядовитые растения, а культурные растения развиваются слабо, несмотря на лучший водный режим. Дело в том, что культурные растения более требовательны именно к наличию элементов питания. Если не считать органических соединений, то перечисленные 12 элементов обусловливают развитие растений на 98%, а остальные, примерно 70 элементов периодической системы Менделеева, входящие в зону растений, обеспечивают недостающие два процента. "Конечно, это только догадка, и чтобы она стала со временем рабочей гипотезой, нужны дальнейшие опыты", — так писал Я. Валдманис. Он установил, что "одиночные дубы растут преимущественно либо на линиях, соединяющих точки лозоходной реакции (на биопатогенных полосах), либо в местах их пересечения".

Я. Валдманис изучал, как развиваются дубы в искусственных насаждениях. Вопрос оставался прежний: имеется ли различие в развитии дубов, растущих на биопатогенных полосах и вне их? "Для этого, — говорит ученый, — мы выбрали дубовое насаждение 60-летнего возраста средней высотой около 20,5 м в Скриверском дендрологическом парке. Обследовали участок шириной 8 м и длиной около 40 м, где дубы растут рядами, отстоящими друг от друга на 2,5 м. Оказалось, что дубы, которые растут в местах пересечения "водяных жил", имеют на высоте груди диаметр 28—32 см, а те, которые растут вне этой зоны, — только 16—24 см. Естественное прореживание насаждения, выражавшееся в угнетении роста более слабых деревьев, привело к тому, что последние при достижении диаметра 8—12 см были срублены, но при этом не было ни одного случая угнетения роста молодого дерева, растущего в местах пересечения биопатогенных полос".

В. Г. Прохоров также исследовал влияние биопатогенных зон на эти растения. Он получил такие результаты:

"На многих биопатогенных зонах природного происхождения, связанных с рудными месторождениями, подземными водами, особенно с радоновыми, наблюдается массовая дихотомия хвойных

(лиственница сибирская, сосна обыкновенная, сосна сибирская, ель сибирская). В норме у лиственницы сибирской и сосны обыкновенной частота появления дихотомических форм развития ствола не превышает 0,5—1%. В биопатогенных зонах, связанных с рудоконтролирующими структурами, она доходит до 25 и даже 50%. Наблюдения над распространением уродливых форм роста у лиственницы и некоторых цветковых растений (льнянка обыкновенная, кипрей, мак) в биопатогенных зонах, связанных с месторождением радоновых вод, цветных металлов, дает основание рассматривать эти зоны как зоны повышенного уровня мутагенеза".

Человек может корректировать свое биополе, или, другими словами, поток энергии, путем взаимодействия с деревьями. Известно, что имеются деревья, которые отсасывают энергию. Другие деревья (дуб, сосна, кедр и др.) подпитывают человека энергией. Специалисты рекомендуют, что при "взаимодействии человек — дерево" необходимо обратить внимание на количественную сторону (интенсивность биополя от ствола) определением участков скопления энергии (с рамками или ощущениями тепла в ладонях), а также на качественную сторону. Считается, что энергия дерева идет по энергетическим каналам, подпитывая и улучшая состояние человека. Подобная подпитка энергией от деревьев-доноров рекомендуется операторам биолокации и всем членам бригады, ведущим съемку биопатогенных зон городов и поселков. Надо иметь в виду, что в качестве доноров надо выбирать деревья, которые растут за пределами биопатогенных полос. Здесь они прямоствольные и здоровые. На биопатогенных зонах деревья усыхают, искривляются, их стволы разветвляются (береза, лиственница и др.). Ряд деревьев, в том числе хвойных пород (ель, туя), на биопатогенных полосах вообще не приживается.

Далее идут вообще любопытные вещи, свидетельствующие о том, как четко все взаимосвязано в природе. Ученые установили, что сойки "сажают" дубы именно там, где они лучше всего будут расти. Это происходит безошибочно, поскольку сойки прячут про запас желуди в узлах биопатогенной сетки, то есть в местах пересечения биопатогенных полос. Зимой хранилища соек заносит снегом и не остается рядом никаких видимых примет. Но орнитологи достоверно знают, что сойка найдет и под покровом снега свой скарб, свой неприкосновенный запас. Разыскивая свой клад, сойка практически никогда не выходит за пределы круга диаметром в один метр. Как она определяет место клада? Конечно, по полосе, а точнее, по пересечению полос. Она их чувствует. Вообще все птицы чувствуют биопатогенные полосы. Они вьют на полосах свои гнезда. Если в птичнике на птицеферме нет полос, домашняя птица чаще болеет и снижает яйценоскость. Кстати, сосновые шишки, вылу-

щенные дятлом, также чаще всего встречаются на пересечении биопатогенных полос.

Животные, которые в процессе эволюции появились раньше, очень любят находиться на биопатогенных полосах. Это рыбы, насекомые, птицы и пресмыкающиеся. Лесные рыжие муравьи строят свои муравейники на пересечениях полос. В печати сообщалось о наблюдении над пчелами. Оказалось, что сборы меда увеличиваются в том случае, если улей находится на биопатогенной полосе. Правда, пчеловоды пришли к заключению, что на зиму пчелиный улей лучше снять с полосы и расположить в нейтральной зоне.

Что касается млекопитающих, то для них биопатогенные полосы являются вредными. Они чувствуют полосы и стараются избегать их. Литовские исследователи на большом статистическом материале показали, что если коровы находятся в стойлах на биопатогенной полосе, то привесы их снижаются на 20—30%, а удои молока уменьшаются в 2—3 раза. При обследовании 35 000 коров Я. Лигерс установил, что большинство из больных маститом коров (80%) — это те животные, которые находились на биопатогенных полосах (на привязи).

Исключением из млекопитающих в этом отношении является кошка. Ее собственное излучение является отрицательным. Она предпочитает находиться на биопатогенной полосе. Соловьев С. С. сообщает, что кенгуру в этом отношении ведет себя подобно кошке — предпочитает устраиваться на биопатогенной полосе.

Собака хорошо чувствует наличие биопатогенных полос и избегает их. В домашних условиях поведение собаки можно использовать для определения полосы, на полосе собака спать не будет. Что касается коров, то этот вопрос исследован очень хорошо. Дело в том, что группа С. С. Соловьева работала в сельскохозяйственной академии в городе Риге и специально, очень тщательно и профессионально занималась этой проблемой. Было установлено, что коровы, вынужденные находиться в полосах, болеют маститами, плохо развиваются и хиреют. К. Клаве (1958 г.) установил, что животные, которые находятся на биопатогенных зонах и не могут их покинуть, забиваются в угол стойла. У коров, которые находятся на полосах, уменьшаются надои молока. Много сведений о поведении животных и растений на полосах содержатся в преданиях и поверьях многих народов. Сообщалось, например, что, согласно шведской народной примете, "если после заката солнца рой мух или комаров вьется столбом над каким-то местом, то здесь под землей должна быть вода". Считается, что лошадь и собака, когда испытывают жажду, начинают копать землю именно в том месте, где должна быть вода (под землей). Значит, они (и некоторые другие животные) чувствуют источник воды под землей. Согласно шведским

народным поверьям, лягушки, моллюски, червяки, лесные улитки и земляные пауки в засушливое время собираются в биопатогенных зонах.

П. Мано (1949) писал, что перепончатокрылые (как и птицы) селятся в узлах сетки биопатогенных полос. Любопытны опыты, описанные П. Мано, которые проводил Г. Вильгельм с мышами и другими грызунами. Всего находилось под наблюдением 24 000 животных. Оказалось, что рождаемость их на биопатогенных полосах на 15% ниже, чем вне полос. Подобные опыты, проводимые с 1200 морских свинок, показали еще большую разницу (при той же тенденции). Когда у мышей была возможность разместиться вне биопатогенной полосы, они это делали всегда, чувствуя на себе ее отрицательное влияние. Очень любопытны (и показательны) также опыты с белыми крысами. Им делали опухолевые прививки. Экспериментировали с двумя одинаковыми по численности группами крыс (по 547 особей). Одна группа животных находилась на биопатогенной полосе, а другая, точно такая же, была расположена вне полосы. Оказалось, что крысы, которые находились на биопатогенной полосе, после опухолевой прививки заражались с большей вероятностью (заразилось 328 крыс из 547), чем крысы, находившиеся вне полосы (241 крыса из 547).

Далее рассмотрим действие биопатогенных полос на человека, его здоровье. Осуществляется это действие через биополе человека.

Энергетический каркас человека состоит из семи энергетических центров (чакр). Жизненная энергия распространяется в теле по змеевидной спирали от одного жизненного центра к другому. Каждый из таких центров (чакр — "огней") связан с определенным органом, о чем уже говорилось.

Указанные чакры, спиралеобразные потоки энергии, экстрасенсы видят воочию. По их восприятию они представляют собой яркие колеса света, вращение в которых происходит против часовой стрелки. По мере роста человека от его рождения (а точнее, зачатия) до совершеннолетия размеры чакр увеличиваются. Их размер у новорожденного составляет всего около сантиметра в диаметре. У взрослого человека этот размер увеличивается до пятнадцати сантиметров. Сверкающие вихри расположены на поверхности тела и всегда без исключения точно привязаны к одному и тому же строго определенному месту.

Установлено, что "если по каким-то генетическим причинам человек родился с погрешностями того или иного центра, то излучения биопатогенной полосы воздействуют разрушающе именно на этот энергетический центр. Воздействие биопатогенной зоны на организм происходит не в одночасье, а в течение длительного вре-

мени. Иммунная система организма человека сопротивляется этому воздействию. Более стабильные энергетические центры стараются взять на себя часть тех функций по саморегуляции физиологических процессов, за которые отвечает чакра, подвергнутая разрушающему воздействию биопатии. Однако с течением длительного времени работу по энергетической саморегуляции организма выполнять становится труднее, так как интенсивность биопатогенного излучения не ослабевает, а энергетические ресурсы организма с возрастом слабеют и нет здоровой компенсирующей подпитки всей энергетики человека". (Касьянов В. В.)

Максимальная частота онкозаболеваний отмечена как в жилых кварталах, расположенных в пределах различных по площади экстраузлов и центров, так и в районе мощных и протяженных зон.

Касьянов В. В. исследовал состояние здоровья людей, которые долго находились на биопатогенных полосах. Результаты своих исследований он сформулировал так:

"Влияние биопатогенных зон на организм человека всегда является отрицательным. При этом не только угнетается рост, способность к размножению, но и затрачиваются иммунные силы. Поэтому биологические организмы вступают в состояние повышенных энергетических затрат, затем энергоистощенности и, как финал, в стадию заболевания, болезни. При обследовании больных, долгое время проживающих на биопатогенных зонах, было обнаружено:

1. Общее истощение организма, их центральной нервной системы, что выражается в следующих симптомах: раздражительность, суетливость, сбивчивый разговор, резкое снижение памяти, снижение работоспособности, расстройство координации движений. Такие люди жалуются на ощущение постоянного дискомфорта. Ночью они страдают бессонницей, их одолевают страх, головные боли.

2. Снижение ферментативной активности организма (ферменты желудочно-кишечного тракта, поджелудочной железы, бронхов находятся в состоянии гипофункции).

3. Гормональная система разбалансирована (наблюдаются гормонально-активные образования различных органов, перерождение доброкачественных опухолей в злокачественные).

4. Энергетическое истощение сердечной мышцы и патологические состояния сердечно-сосудистой системы (клиника: перепад артериального давления, гиперкризы, нейроциркуляторная дистония по гипертоническому типу, нарушения ритма сердца). Таким людям чрезвычайно трудно переносить в биопатогенных зонах повышенную физическую и эмоциональную нагрузку. Отсюда инсульты и инфаркты миокарда.

5. Резкая подавленность иммунной системы организма в связи с длительным нахождением на биопатогенной полосе выражается в затяжных вялотекущих обострениях заболеваний с частыми переходами в хроническую форму, коротких ремиссиях, повышением процента осложнений. Лечение в таких зонах в подавляющем большинстве случаев не дает стойкого эффекта.

6. Изменение показателей крови.

Ланда В. Е. в научном докладе сообщает следующее: "Биопатогенные зоны могут взаимопересекаться, сгущаться и разряжаться в соответствии со структурным рисунком тектонических нарушений и разломов земной коры. Эти зоны по медико-экологическим аспектам и результатам исследований авторов, данным биодиагностики являются крайне неблагоприятным экологическим фактором, приводящим с большой вероятностью к возникновению различных заболеваний при длительном нахождении в них животных и людей (поражения сердечно-сосудистой, нервной, пищеварительной и других систем: артриты, склероз, ревматизм, остеохондрозы, астма, нуриез, доброкачественные и злокачественные опухоли). В помещениях, где проходят биопатогенные зоны и пересечения, чаще наблюдаются больные с психическими расстройствами, опухолями мозга, раком желудка, легких и других органов.

Наличие биопатогенных зон на рабочих местах в учреждениях, промышленных предприятиях наряду с другими причинами приводит к повышению утомляемости, понижению производительности труда и, возможно, к ухудшению качества продукции".

Специалисты считают, что биопатогенные зоны, которые являются причиной раковых заболеваний, должны рассматриваться в качестве источника информации об этих заболеваниях как в прошлом и настоящем, так и в будущем.

В развитии патологического синдрома одна часть является наследственной, а другая обусловлена воздействием окружающей среды. Практически разделить эти две части очень трудно. Воздействие факторов внешней среды на организм человека усиливается по мере ухудшения экологических условий: возникают все новые варианты патологических синдромов там, где их прежде не было. Специалисты обнаруживают "извращенное действие генов в ответ на патогенное влияние среды". Когда аномальное действие гена (наследственная болезнь) "реализуется на фоне ненормальной среды развития и существования организма, патологические синдромы приобретают особо негативное выражение, степень тяжести наследственной аномалии оказывается существенно больше". Общеизвестно, что "развитию патологических синдромов содействуют такие факторы, как химическое загрязнение среды отходами промышленного производства, пестицидами, микротоксинами и т. п. Ока-

зывает неблагоприятное влияние и напряженность электромагнитного поля, психогенные факторы стресса". На большой статистике показано, что в индукции и развитии патологических синдромов биопатогенные зоны могут играть для человека ведущую роль. Остальные вышеупомянутые факторы оказываются только своего рода усилителями действия этого главного фактора.

Далее Ланда В. Е. пишет: "Характерным для негативных последствий действия биопатогенных зон является развитие системных синдромов, то есть общего заболевания биологической системы (человека). Для действия биопатогенной зоны характерна индукция заболеваний сердечно-сосудистой, дыхательной, двигательной систем. Но наиболее опасным следствием является появление и развитие онкологических заболеваний (особенно если человек долго находится в экстрабиопатогенных центрах и узлах). Для онкозаболеваний в данном случае характерным оказывается наследственно-средовой характер с некоторой тенденцией перехода к средовому. Согласно статистике, в узлах и центрах биопатогенных зон отмечается не только значительно более высокий процент заболевания, но более ярко проявляется предрасположенность к нему у родственных групп. Это выражается в определенной "специализации" опухолей (рак молочных желез, гениталий, рак кожи, рак пищеварительных органов). При наличии в биопатогенных зонах повышенного содержания таких токсигенных и мутагенных начал, как кадмий, хром, никель, ртуть, свинец и радионуклиды, степень онкологического риска резко увеличивается. Вероятна связь комбинированного действия радиации и биопатогенного излучения полос с появлением новорожденных с онкопатологией лимфатической системы.

Если человек попадает в биопатогенную зону с уже индуцированной опухолью (даже на латентной стадии канцерогенеза), не только сильные, но и слабые биопатогенные зоны могут ускорить развитие опухоли".

Ланда В. Е. совершенно справедливо замечает, что ошибочным (и порочным) является мнение, "согласно которому можно ожидать адаптации человека к условиям биопатогенной зоны вследствие его длительного пребывания в зоне. Также научно несостоятельно мнение о возможности успешного отбора устойчивых к патогенному действию особей. Идти на риск такого отбора недопустимо".

А. П. Дубров, ссылаясь на свидетельства многочисленных источников информации, оценивает вклад биопатогенных зон в возникновение у человека онкологических заболеваний в 50%.

В. С. Стеценко так характеризует действие биопатогенных зон на здоровье: "В целом угнетающее воздействие биопатогенных зон

на энергетическую систему человека приводит к снижению защитных сил организма. Механизм влияния этих зон на организм человека сродни воздействию раковой опухоли на внутренний орган. По экспериментальным данным, развитие онкологического процесса в каком-либо органе характеризуется угнетением энергетической оболочки этого органа, а также возникновением на физическом плане опухоли, а на энергетическом — источника дисгармонических, несвойственных данному организму энергетических колебаний. Так что пребывание в биопатогенной зоне с энергетической точки зрения можно сравнить с проживанием внутри раковой опухоли — налицо источник дисгармонических колебаний при угнетающем воздействии на организм.

Пребывание в таких зонах провоцирует возникновение заболеваний, особенно онкологических. В то же время присутствие дисгармоничного энергетического фона не позволяет возникнуть резонансному гармонизирующему эффекту лекарственных препаратов, нейтрализует лечебные энергетические воздействия и в целом затрудняет или даже делает невозможным излечение".

Из сказанного выше ясно, что пренебрегать информацией о биопатогенных полосах, не замечать их нельзя. Да, собственно, к счастью, этого и нет. Сейчас идет большая работа по составлению карт биопатогенных полос в населенных пунктах, по их устранению, нейтрализации, по защите людей и животных от их отрицательного действия. На садово-огородных участках все чаще сажают деревья со знанием дела, с учетом биопатогенных полос.

Примером того, что и как надо делать в отношении выявления биопатогенных зон в населенных пунктах, может служить работа, выполненная специалистами В. Е. Ландой, А. К. Кузьминым и Н. М. Занабадаровой в городе Улан-Удэ и в промышленных поселках городского типа в этом регионе. Эта работа, заказчиком которой выступили городские власти, выполнялась "для целей проектирования, выбора участков жилищно-социального и промышленного строительства, оптимального их размещения, а также для определения биопатогенной ситуации на дорогах, в производственных и медицинских учреждениях, в жилых зданиях, школах, детских садах и яслях".

Работа состояла из трех частей (этапов):

"Вначале проводилось уточнение структурно-тектонической схемы городской территории с существующей картой сейсмического районирования и топокартами, выделение дискомфортных биопатогенных зон — тектонических нарушений и участков (центров и узлов), где они пересекаются. При этом проводилось предварительное определение положения полос по картам (даузинг) с использованием Г-образной рамки с резонаторами и без них".

На втором этапе изучался энергоинформационный обмен путем анализа энерговосприятия (биоритмов) человека, находящегося на полосах и в узлах (на пересечении полос). При этом выявлялись комфортные зоны в этих районах, в промышленных и жилых зданиях и в местах будущей застройки. Составлялись биоэнергопрограммы во всех указанных местах.

На третьем этапе работы ставилась задача определения возможностей устранения и компенсации влияния биопатогенных зон на состояние организма человека. Сами измерения проводились как на движущемся автомобиле, так и в пешеходном варианте. Применялась также биопеленгация. Измерения на дорогах проводились с П-образной рамкой с резонаторами. Автомобиль двигался по замкнутым маршрутам и по отдельным кварталам населенных пунктов со скоростью 30—40 км/ч. Производилось по 3—4 независимых повторных измерения в разное время суток. Применение резонаторов (например, колбы с водой) позволяет избежать влияния инженерных коммуникаций или уточнить разломную тектонику. В последнем случае резонатором служит золотое кольцо. Обнаруженные аномалии (биолокационные аномалии) наносились на топографическую подоснову. В автомобильном варианте использовали масштаб 1: 500.

Мы описываем подробно эти работы прежде всего потому, что все это надо делать во всех населенных пунктах без исключения. Но городские власти не понимают этого, и трудно их в этом убедить. Для них более очевидна необходимость уменьшения выбросов промышленных предприятий. Тут все очевидно, "грубо, зримо". Биопатогенные полосы пускай подождут. На самом деле, полосы являются очень важным экологическим фактором. Они, с одной стороны, непосредственно влияют на здоровье людей, а с другой стороны, наносят огромный материальный ущерб сооружениям (домам, зданиям, водопроводам, нефтепроводам, газопроводам, подземным коммуникациям, дамбам, плотинам и т. д.). Оправдано ли то, что в настоящее время эти работы обходят стороной?

Давайте посмотрим более внимательно, что и как делали специалисты в указанном регионе. Дадим слово им самим:

"По результатам биолокационной съемки отстраиваются графики (гистограммы), наносятся биолокационные аномалии, которые увязываются в протяженные аномалии — зоны в виде линейных полос в соответствии с тектоническими нарушениями. Выделяются участки их пересечения, намечаются биопатогенные зоны, в которых проводится изучение энергоинформационного обмена и их влияние на изменение биоэнергетики человека в определенные периоды времени и оценка статистики различного рода заболеваний, а также исследования активации и энергозаряженности нахо-

дящихся в них растений, цветов и животных. На картах-подосновах биопатологических зон масштаба 1: 5000 и 1: 500 выделяются экстрабиопатогенные узлы и центры на пересечении двух-трех и более прямолинейных полос, соединяющих сопоставимые биолокационные аномалии. Эти биопатогенные узлы, приходящиеся на автомагистрали, из разветвления и сочленения, являются местами наиболее частых автоаварий, дорожных происшествий, где ослабляется внимание, ухудшается информационное восприятие и реакция шоферов. Как и в ряде городов ФРГ, на таких участках биопатогенной зоны будут установлены в г. Улан-Удэ особые знаки для водителей городского транспорта и пешеходов".

Мы детально рассмотрели работу группы специалистов в Улан-Удэ как пример. Та же группа проводила аналогичные работы в городах Томск, Иркутск, в поселках городского типа, на Братской ТЭС. Так, в Томске ею были обнаружены "сближенные и пересекающиеся между собой 3—4 полосы биолокационной аномалии, предположительно связанные с биопатогенными зонами и возможно обусловленные тектоническими водоносными нарушениями. Это отмечалось в пределах самого крупного комплекса города, а также в районе реки Томь. Измерения проводились в автомобильном варианте по основным магистралям города (с П-образной рамкой и резонатором, которым служила колба с водой). Проводилась биопеленгация отдельных кварталов города".

Специалисты регистрировали сложную сеть пересекающихся биопатогенных зон и в других городах и поселках (Закаменск, Хингайск и др.). Эти населенные пункты расположены "в районах, эксплуатируемых и разведуемых рудных месторождений, и увязываются с минерализованными водоносными тектоническими структурами, а также регистрируемыми электроразведочными, биогеохимическими и биолокационными аномалиями".

Работы, проводимые в Иркутске, также выявили биопатогенные аномалии.

Специалисты совершенно справедливо считают, что "карты и схемы распределения биопатогенных зон необходимы для застройки промышленных объектов и жилых микрорайонов, при составлении комплексной схемы управления состоянием окружающей среды (в целях охраны природы и улучшения экологических условий). Совместно со структурно-тектоническими схемами карты биопатогенных зон следует использовать при оценке и прогнозировании техногенного вибрационного воздействия на отдельных участках городских территорий, при изучении влияния тектонических зон и карстовых пустот на сохранность зданий".

На семинаре сообщалось, что "в городе Норильске инженер С. М. Ногин провел детальную биолокационную съемку по всем

продольным и поперечным улицам города. Выяснилось, что 90% зданий, подлежащих сносу или капитальному ремонту, попадают на узлы пересечения биопатогенных полос. Аналогичные дома и постройки тех же лет, расположенные вне пределов полос, не требуют ремонта. Поэтому у зданий, которые пересекаются биопатогенными полосами, часто образуются трещины в фундаменте и стенах".

Особенно опасны полосы, связанные с тектоническими зонами (разломами) в районе плотин ГЭС и дамб, ограничивающих вредные отходы, прорыв которых может привести к экологической катастрофе. Вся проблема биопатогенных зон рассмотрена в книге авторов серии "Единая картина Мира", которая называется "Биопатогенные зоны — угроза заболевания", а также в их книге "Опасность в вашем доме".

РАДИАЦИОННАЯ ЭКОЛОГИЯ

По определению, это "раздел экологии, изучающий влияние радиоактивных веществ (нуклидов) на организмы, распределение и миграцию нуклидов в ценоэкосистемах (популяциях, био-ценотической среде, особенно в почве, биоценозах)".

Что же такое радиоактивные вещества (нуклиды) и радиация? Слово "радиоактивность" ввела в обиход Мария Кюри-Склодовская, которая вместе с Пьером Кюри изучала распад ядер химических элементов. Все началось в 1896 г., когда французский ученый Анри Беккерель вдруг обнаружил, что фотографическая пластинка, защищенная от света по всем правилам темной светонепроницаемой бумагой, оказалась засвеченной. На ней вырисовывались некоторые контуры, хотя защитный пакет не был вскрыт. Оказалось, что на пакете с фотопластинкой лежал кусок какого-то минерала. Это не могло не заинтересовать, и вскоре выяснилось, что причиной этого был уран, находившийся в данном куске минерала. Начались интенсивные опыты, которые однозначно показали, что уран излучает, и это излучение засвечивает фотопластинку. Но измерения показали, что излучающий уран перестает быть ураном (по крайней мере, часть его) и превращается в другой химический элемент. Но и этот элемент излучает, превращаясь в новый элемент. Что же происходит конкретно? Атом любого химического элемента состоит из ядра и электронов, которые вращаются вокруг ядра. Это напоминает устройство нашей Солнечной планетной системы. Поэтому специалисты говорят "планетарная модель атома". Почти вся масса атома сосредоточена в его ядре, поскольку орбитальные

электроны в тысячи раз легче частиц, из которых состоит ядро. А ядро любого атома состоит из двух типов частиц — протонов и нейтронов (нейтральных в смысле электрического заряда). Весь атом целиком, если он не поврежден, имеет столько же отрицательных электрических зарядов (их несут на себе орбитальные электроны), сколько положительных электрических зарядов содержится в ядре (их несут на себе протоны). Поскольку как электрон, так и протон могут нести на себе только по одному заряду, то из сказанного выше следует, что количество орбитальных электронов в атоме в точности равно количеству протонов, которые находятся в атомном ядре. Собственно, это количество и является основным паспортом данного химического элемента, тем главным свойством, лицом, которое определяет его отличие от других химических элементов, например, водород от урана. По-иному обстоит дело с нейтронами, которые наряду с протонами имеются в ядре. Чаще всего нейтронов в ядре столько же, сколько и протонов. Но имеются и химические элементы, в атомных ядрах которых нейтронов больше, чем протонов. Любопытно, что один и тот же химический элемент (например, уран), имея в ядре одно и то же количество протонов, может иметь там разное (не любое!) количество нейтронов. Так что имеется несколько химических элементов "уран". Чтобы их различать, к химическому символу элемента добавляют число, равное общему числу всех частиц (протонов и нейтронов) в ядре. Например, уран-238 содержит 92 протона и 146 нейтронов, тогда как уран-235 на те же 92 протона (у любого урана протонов всегда 92!) приходится 143 нейтрона. Такие химические элементы называются изотопами ("изо" значит равный, то есть равное количество протонов). Один и тот же химический элемент может иметь разное количество изотопов. Ядра изотопов обычно называют "нуклидами" (от слова нуклеос — ядро). Чаще можно слышать слова "радионуклиды". Дело в том, что большинство ядер изотопов являются нестабильными, то есть они могут разваливаться, разрушаться. В процессе такого разрушения ядра излучают, поэтому их и называют не просто нуклидами, а радионуклидами, то есть излучающими ядрами.

Как происходит это излучение? Нестабильное ядро изотопа отделяет от себя комплекс из четырех частиц — двух протонов и двух нейтронов. Этот комплекс не случаен, он очень стабилен и представляет собой не что иное, как ядро химического элемента гелия. Если из ядра выбрасывается несколько протонов (скажем, два, входящие в описанный комплекс), то атом оказывается заряженным, поскольку положительных электрических зарядов внутри ядра стало на два меньше, чем число отрицательных электрических зарядов, которые несут на себе орбитальные электроны. Чтобы атом

оставался электрически нейтральным, из него должны быть удалены лишние два электрона. Так что надо ожидать, что из нестабильного (радиоактивного) нуклида будут выбрасываться (излучаться) как ядра гелия, так и электроны. Но и это не все. Нестабильный радионуклид может сбрасывать лишнюю энергию в виде волнового, электромагнитного излучения. Его называют квантами.

Когда исследовали природу испускаемого радионуклидами излучения, то установили, как это излучение взаимодействует с магнитным полем. Физикам давно известно, что если частица несет на себе электрический заряд и движется поперек магнитного поля или наискосок к нему, то она под действием магнитного поля изменит направление своего движения — ее траектория будет закручиваться вокруг силовых линий магнитного поля. Любопытно, что частицы, заряженные положительно, будут закручиваться в одну сторону, а заряженные отрицательно — в противоположную сторону. В таких экспериментах ученые определяют знак электрического заряда частицы, несмотря на то, что сама частица является невидимой. Это возможно потому, что невидимые (из-за малых размеров) элементарные частицы в специальных камерах оставляют видимый след. Поэтому исследователь, зная направление магнитного поля, может по форме этого следа определить знак электрического заряда пролетающей элементарной частицы.

Мы говорили, что из радионуклида могут излучаться ядра гелия, электроны и кванты. Но в научной литературе, да и в широком обиходе совсем другие названия: говорят об альфа-излучении, бета-излучении и гамма-излучении, или о гаммах-квантах. Как это понимать? Проводя описанные выше эксперименты, ученые установили, что весь поток излучения из ядра в магнитном поле разделяется на три потока. Один из них при прохождении через магнитное поле отклонялся вправо, другой — влево, а третий присутствия магнитного поля не почувствовал — он продолжал двигаться так, как будто магнитного поля и вовсе не было.

Исследователи назвали эти три потока, три излучения первыми тремя буквами греческого алфавита: альфа, бета и гамма. Поэтому ядра гелия получили название альфа-излучения, электроны — бета-излучения, а независимые от магнитного поля кванты электромагнитного поля — гамма-излучения, или гамма-квантов. Общее между этими тремя излучениями только то, что они волею судьбы обозначены исследователями буквами, которые находятся рядом в греческом алфавите. Поэтому, когда речь идет о радиоактивности, об излучении радионуклидов, не удовлетворяйтесь общими цифрами, общими данными, а обязательно выясните, какое именно излучение имеет место в данном конкретном случае: альфа, бета или гамма. Вопрос этот отнюдь не празд-

ный, поскольку эти излучения вредны для здоровья. В больших дозах они могут быть даже опасными не только для здоровья, но и для самой жизни. Первым это осознал сам Анри Беккерель. Он пробирку с радиоактивным радием положил в карман и получил ожог кожи.

Как только вы будете знать, с каким излучением вы имеете дело (альфа, бета или гамма), вам станет ясна степень опасности. Все эти излучения, попадая в организм, разрушают ткани, клетки, расстраивают его работу. К сожалению, это стало ясным не сразу и первые исследователи поплатились за свое научное любопытство не только здоровьем, но и жизнью. Сама Мария Кюри умерла от злокачественного заболевания крови, которое возникло как результат частых облучений. И еще не менее 336 человек, исследовавших радиоактивность в то время, облучились и ушли из жизни преждевременно. Важно понимать, что альфа-частицы (альфа-излучение) во много тысяч раз тяжелее бета-частиц, то есть электронов. Известно, что легкий шарик может легче преодолеть препятствия, среду, чем тяжелый. Поэтому от альфа-излучения вы можете защититься листом бумаги. Бумага задержит поток альфа-частиц. Если вы не защитились от альфа-излучения листом бумаги или чем-нибудь другим, то вас от него защитит наружный слой вашей кожи, состоящий из омертвевших клеток. Другое дело, если альфа-частицы попадут в ваш организм при дыхании, вместе с пылью и воздухом. Или при еде, вместе с пищей. Этого надо беречься! Что касается бета-излучения (потока электронов), то его проникающая способность намного выше (поскольку они легче). От него листом бумаги защищаться нельзя. Если вы не защитились, то бета-излучение пройдет в ткани вашего организма на глубину один-два сантиметра и последствия этого будут зависеть от количества энергии, которую они внесли в организм.

Что касается гамма-излучения, то его проникающая способность еще больше, намного больше. От него можно защититься только толстой свинцовой или бетонной плитой.

Ясно, что радионуклиды опасны как непосредственно для человека, так и косвенно, поскольку они в конце концов по пищевой цепочке попадут к человеку. Поэтому актуальным является вопрос, как долго они сохраняются, как долго они излучают. Сам процесс распада радионуклидов очень непростой. Специалист сказал бы — многоступенчатый. Посудите сами: уран-230 излучает альфа-частицу и превращается в торий-234. Торий-234 превращается в протактиний-234, излучая при этом бета-излучение (электроны). Последний превращается в уран-234, излучая при этом бета-частицы. Далее следуют торий-230 (с излучением альфа-частиц), радий-226 (с излучением альфа-частиц), радон-222 (альфа-частицы), поло-

ний-218 (альфа-частицы), свинец-214 (альфа-частицы), висмут-214 (бета-частицы), полоний-214 (бета-частицы), свинец-210 (альфа-частицы), висмут-210 (бета-частицы), полоний-210 (альфа-частицы), свинец-206. Вот такая длинная цепочка превращений и одновременно излучений от радионуклида уран-238 до стабильного ядра свинца-206. Но эта цепочка еще ничего не говорит о скорости распада радионуклида.

Если имеется некоторое количество нестабильных радиоактивных ядер (радионуклидов), то распадаясь, они изменяют свое количество весьма своеобразно. Судите сами: если вы расходуете какой-то продукт, то каждый день его становится меньше, скажем, на один килограмм. Сегодня есть 20 кг, завтра 19, и т. д. Что же касается изменения количества распадающихся радионуклидов, то тут закон такой: через какое-то время его количество уменьшается ровно вдвое (половина распалась), затем ровно через такое же время из оставшегося количества радионуклидов остается ровно половина, затем через такое же время остается ровно половина от половины. Поэтому говорят о времени — периоде полураспада. У одних радионуклидов этот период очень маленький, у других больше, а у третьих он огромный. Например, протактиний-234 распадается почти моментально (за время чуть больше минуты его становится вдвое меньше), а половина всех атомов урана-238 превратится в торий-234 только за четыре с половиной миллиарда лет. Зная период полураспада данного радионуклида, можно рассчитать, как быстро он исчезнет или, по крайней мере, перестанет быть опасным для здоровья окружающих.

Кроме периода полураспада радионуклидов специалисты используют и другой показатель — число распадов в данном образце в продолжение одной секунды. Именно в данном образце, поскольку если вы удвоите образец, то число распадов в секунду станет иным (оно удвоится). Поэтому эту характеристику относят именно к конкретному источнику, к конкретному образцу. Собственно, это число распадов и называется активностью, радиоактивностью данного образца. Если происходит один распад в одну секунду, то такую единицу назвали беккерелем в честь ученого, открывшего радиоактивность. Беккерель обозначается Бк, и является единицей измерения в системе СИ (система интернациональная).

Главный вопрос, который волнует нас сейчас, в данной книге, это тот вред, который может быть нанесен человеку различными факторами, прежде всего теми, которые вызвал к жизни сам человек. Поэтому к излучениям альфа, бета и гамма следует добавить и рентгеновское, которое вызвано к жизни человеком (радиоактивные вещества, которые рассеяны в окружающей среде, рентгеновское излучение не испускают). Рентгеновское излучение ис-

пускается атомами, когда от них отрывают внешние электроны. Действие гамма и рентгеновского излучения на живой организм в принципе одинаково (конечно, с учетом дозы).

Имеется и еще один источник излучения, опасного для живого организма. Это потоки нейтронов — тех нейтронов, которые вместе с протонами образуют атомные ядра. Под действием достаточно энергичных (быстрых) нейтронов атом может терять стабильность, он возбуждается, беря на себя часть энергии нейтрона. Эта энергия со временем излучается. Поэтому материалы и ткани, которые были нерадиоактивными, после облучения потоком нейтронов сами начинают излучать, то есть становятся радиоактивными, у них возникают очаги радиоактивности, то есть облученные места. Так, высокоэнергичные ("быстрые") нейтроны способны вызвать поражения живой ткани, которые в десять раз сильнее тех, которые вызываются гамма-излучением. "Медленные" нейтроны примерно вдвое менее эффективны в этом плане. Потоки нейтронов образуются во всех процессах при образовании радиоактивных веществ. Они обнаруживаются в местах ядерных взрывов и вблизи реакторов.

Рассмотрим, какие изменения в организме могут вызвать различные излучения и как от них защищаться? Говоря об этом, специалисты используют понятие дозы. Что это такое?

Все знают, что имеются дозы излучения, безопасные для организма, так же, как и опасные. Как они определяются? Во-первых, имеются различные дозы. В принципе доза — это количество энергии, переданной излучением организму. Но говорить обо всем организме как о едином целом недостаточно. Ведь при одинаковой дозе облучения различных органов последствия будут различны, поскольку одни органы в большей степени подвержены воздействию радиации, а другие — в меньшей степени. Так, при одинаковой дозе облучения человека возникновение рака легких у него более вероятно, чем рака в щитовидной железе. Или особенно опасно облучение половых желез. И не только потому, как это часто считают, что может наступить стерильность, но прежде всего потому, что в результате такого облучения имеется очень большая вероятность генетических повреждений. Поэтому надо говорить не просто о дозе, а конкретно о той дозе, которую получил данный орган. При этом надо, естественно, знать, что собой представляло это излучение — альфа-, бета- или гамма-излучение. Надо иметь в виду, что если организм получил (поглотил) одинаковую дозу каждого из этих трех излучений, то наиболее опасным является именно альфа-излучение. Оно в 20 раз опаснее других видов излучений и производит в организме наиболее серьезные разрушения, имеющие плохие последствия.

Дозу, поглощенную организмом, имеет смысл определять на единицу массы, иначе она теряет смысл. Такая доза (поглощенная доза), то есть количество энергии излучения, которое поглотилось единицей массы физического тела (например, тканями живого организма), в СИ измеряется в греях (Гр, G_y). 1 Гр =1Дж/кг. Но эта доза не учитывает тип излучения (альфа-, бета- или гамма-излучение). Если такой учет произвести, то есть привести все излучения к единому знаменателю (умножить сильнодействующие излучения на соответствующие множители), то получится эквивалентная доза. В системе СИ ее измеряют в зивертах (Зв, S_v). Эквивалентная доза в один зиверт соответствует поглощенной дозе в один грей, но только для бета- и гамма-излучений и рентгеновских лучей. Но для альфа-излучения эту величину надо умножить на 20.

Если весь организм подвергся облучению, то для объективной характеристики риска заболевания мы должны учесть то, о чем говорилось выше, а именно: различную чувствительность, а точнее, повреждаемость разных органов. Для этого надо эквивалентную дозу для каждого органа умножить на коэффициент его повреждаемости (если можно так сказать). Сложив полученные таким образом эквивалентные дозы, получим эффективную эквивалентную дозу, которая отражает весь суммарный эффект облучения (для всего организма). Эта доза также измеряется в зивертах.

Для того, чтобы понимать, о чем сообщается в прессе, по телевидению и радио, необходимо различать эти дозы. Если речь идет о беккерелях — это одно, если о греях — другое, а если о зивертах — третье. Правда, чаще вы услышите о других единицах. Так, единицу активности изотопа измеряют не только беккерелями, но и кюри (Ku, Cu). Связь между ними следующая: 1Ku =$3{,}700 \cdot 10^{10}$Бк.

Единица радиоактивности в один кюри — это такое количество радиоактивного материала, в котором каждую секунду распадается $3{,}7 \cdot 10^{10}$ атомов, или, другими словами, происходит $2{,}2 \cdot 10^{12}$ распадов в минуту. Почему именно столько распадов названо единицей радиоактивности? Да потому, что это радиоактивность одного грамма радия, с которым работали Кюри. Радиоактивный натрий в десять миллионов раз активнее, поэтому такую же радиоактивность имеет одна десятимиллионная часть грамма радиоактивного натрия. В науке и практике используют единицы радиоактивности, которые в тысячу (милли), миллион (микро), миллиард (нано) и триллион (пико) раз меньше одного кюри. Их так и называют: милликюри (10^{-3} Ku), микрокюри (10^{-6} Ku), нанокюри (10^{-9} Ku) и пикокюри (10^{-12} Ku).

Поглощенную дозу часто измеряют не в греях, а в сотых долях грея. Такую единицу называют рад. Значит, 1 рад = 0,01 Гр. В тех случаях, когда измеряется радиоактивность электромагнитного из-

лучения, то есть гамма-излучения или рентгеновских лучей, единицу в один рад называют одним рентгеном. Рад и рентген можно считать одним и тем же только в том случае, когда речь идет о воздействии гамма- и рентгеновского излучения на живые организмы. Используют и единицы в тысячу раз меньшие — миллирентгены. По радио вы часто слышите о дозах в столько-то миллирентген. Эта единица действительно удобна для измерения тех уровней излучений, которые часто регистрируются в окружающей среде. Ясно, что речь в данном случае идет о суммарной дозе. Для характеристики опасности излучения лучше говорить не о суммарной дозе, а о ее мощности, то есть дозе за определенный интервал времени. Поэтому говорят: "столько-то миллирентген в час".

Эквивалентную дозу измеряют часто не в зивертах, а в бэрах. 1 бэр = 0,01 Зв. Указанные выше дозы характеризуют один организм (с учетом вида излучения и чувствительности каждого органа). Но на практике надо иметь и некие характеристики облучения коллективов. В этом случае поступают просто: суммируют индивидуальные эффективные эквивалентные дозы для всех членов коллектива и получают коллективную эффективную эквивалентную дозу. Она измеряется уже не в зивертах, а в человеко-зивертах (чел.-Зв). Это мы суммировали дозу по всем членам коллектива. Если же мы хотим оценить дозу, полученную коллективом за какое-то время, то надо суммировать ее не только по всем членам коллектива, но и по всему отрезку времени, который нас интересует. Можно в этот период включить все время, какое будет существовать данный источник, облучающий данный "коллектив" (из поколения в поколение). Так мы получим величину ожидаемой (полной) коллективной эффективной эквивалентной дозы. Специалисты различают острые и хронические дозы облучения. Острые — это большие дозы облучения за короткое время (минуты или часы). Хронические дозы — это дозы облучения, которому подвергается организм на протяжении всего своего жизненного цикла. Облучение в хронических дозах не обязательно приводит к заболеваниям.

Далее рассмотрим источники радиации и последствия облучения людей. Как уже говорилось, альфа-излучение внутрь организма не проникает. Бета-излучение проникает только на один-два сантиметра вглубь тканей организма. Поэтому они могут действовать на организм повреждающе только в том случае, если попали внутрь организма с воздухом (пылью) и пищей. Естественно, что эти источники излучения специалисты называют "внутренними". Электромагнитные излучения (гамма- и рентгеновское) без труда пронизывают всю толщу организма, повреждая его. То есть они наносят вред организму, находясь вне нас. Поэтому специалисты называют эти источники "внешними". Установлено, что чем выше уро-

вень развития организма и чем больше его сложность, тем меньшая доза излучения способна его повредить и даже привести к гибели. Ясно, что организм человека является таковым, поэтому радиоактивные излучения для него наиболее опасны. Опытным путем показано, что наибольшей чувствительностью к радиации обладают млекопитающие (в том числе и человек). Микроорганизмы находятся на другом конце шкалы чувствительности — они наиболее устойчивы по отношению к радиации. Между этими двумя крайностями находятся семенные растения, а также низшие позвоночные. Важно иметь в виду и еще одно свойство: наиболее чувствительны к облучению быстроделящиеся клетки. Именно поэтому дети намного чувствительнее к радиации, чем взрослые.

Показано, что у высших растений чувствительность к радиации прямо пропорциональна размеру ядра клетки, а точнее объему хромосом или же содержанию ДНК. Поэтому у разных растений чувствительность к облучению может различаться в тысячи раз — настолько разный у них объем хромосом. Конечно, если растение экранирует (защищает) себя от радиации (например, тем, что находится под землей), то его реальная чувствительность значительно уменьшается в результате этой защиты.

Что же касается животных (в том числе и человека), то для них такой простой зависимости между строением клеток и чувствительностью к радиации не обнаружено. В наше время больше всего говорят и пишут об источниках радиации, которые создал сам человек. Но при этом далеко не все представляют себе, что они часто и в больших дозах подвергают себя облучению естественными источниками. Правда, бывает так, что источник радиации естественный, но человек приложил к нему руку и приблизил его к людям, сделал его эффективным для людей облучателем. Например, при производстве удобрений используются фосфаты, которые содержат в довольно большой концентрации уран — источник радиоактивности. При разработке фосфатных месторождений добывают во всем мире огромное количество фосфатов (с ураном, конечно). Полученные удобрения являются радиоактивными (это кроме того, что при переработке руды выделяется радон — опасный источник радиации). Дальнейший путь радиации очень прост — прямо на стол потребителю, то есть каждому из нас. Особенно опасно, если вещества, содержащие фосфаты, скармливают скоту. Кстати, это очень широко практикуется и является чуть ли не вершиной достижений в сельском хозяйстве. Процесс накопления идет и в том случае, если фосфатные удобрения вносят в почву в жидком виде, что тоже широко применяется в развитых странах.

Другой пример. При переработке фосфорных руд образуется необычный продукт — кальций-силикатный шлак. Он обладает вы-

сокой удельной радиоактивностью. Тем не менее он применялся (и применяется) при изготовлении бетона. Это тоже очень эффективно приближает источник естественной радиации к человеку (к сожалению). При переработке фосфорных руд получают и другой полезный при строительстве материал — фосфогипс. Он широко применяется при изготовлении строительных блоков, сухой штукатурки, перегородок и цемента. Радиоактивность фосфогипса значительно больше радиоактивности природного гипса. А изготовлено из него было очень много долгоживущих источников радиации, которые также были максимально приближены к человеку — рядом (в прямом смысле) с ними он жил и работал. Приводятся такие цифры. Только в 1974 г. и только в Японии было освоено (израсходовано) 3 млн. т этого материала. Специалисты подсчитали, что только из-за применения фосфогипса в 1977 г. ожидаемая коллективная эффективная эквивалентная доза (то есть доза на всех и за все время, пока этот источник будет излучать) составляет около 300 000 чел.-Зв. Из-за применения фосфатных удобрений (с ураном) эта доза (за год) составляет 6000 чел.-Зв.

Как обстоит дело с другими стройматериалами? Так, большой удельной радиоактивностью обладают гранит и пемза, которые используются в качестве строительных материалов. При производстве бетона используют глиноземы. Но было установлено, что они не просто радиоактивны, а очень радиоактивны. Столь же опасны из-за их высокой радиоактивности кирпич из красной глины (который вырабатывается из отходов производства алюминия), доменный шлак (из отходов черной металлургии), зольная пыль (образуется при сжигании угля). Надо ли говорить о вредности радиоактивных отходов урановых рудников (пустая порода из отвалов обогатительных фабрик, которые производят урановый концентрат), которые широко применялись в строительстве, даже в США. Использовали отходы (естественно, радиоактивные), которые оставались после извлечения из руды радия. Это Канада. Примеров из СССР и России у нас нет. Из зарубежной практики приводятся такие данные. Дома строили на отходах урановых рудников (США), на отходах переработки глинозема, естественно, радиоактивного (Швеция), на территории, регенерированной после добычи фосфатов (США), на отходах, которые остались после извлечения радия (Австралия). Наш отечественный опыт также, несомненно, имеется.

Человек, находящийся в помещении, облучается не только потому, что стены и междуэтажные перекрытия сделаны из радиоактивных материалов. Кстати, наиболее приемлемым с этой точки зрения стройматериалом является дерево. Так вот, имеется и другая радиоактивная опасность, причем не меньшая. Это радон (источ-

ник радиоактивности), который попадает внутрь помещения из грунта под зданием вместе с природным газом, с водой, а также с наружным воздухом. Проблема радона очень серьезная, хотя на нее почти не обращают внимания. А между тем радон является наиболее мощным естественным источником радиации. Радон — это газ, который в 7,5 раза тяжелее воздуха. Поэтому он в стационарных, спокойных условиях оседает на дне домов — в подвалах: чем выше, тем его меньше. Радон излучает не только сам. Излучают и радиоактивные продукты, которые образовались при его распаде. Сейчас установлено, что примерно за половину всей радиации от естественных источников отвечает радон и продукты, порождаемые им. Если учитывать только те источники излучения, которые исходят из земли, то на радон приходятся все 75%.

В природе радон имеется в виде радона-222 и радона-220. Первый является членом радиоактивного ряда, который образуется в результате распада урана-238. Второй — в результате распада тория-232. Первый вносит основной вклад в суммарную дозу облучения (примерно 95%). Но надо иметь в виду, что излучает не только сам радон, но и радиоактивные продукты его распада. Их вклад намного больше, чем вклад самого радона.

Специалисты подсчитали, что в типичном доме радона поступает из грунта под зданием и от стройматериалов оценочно 60 кБк/сутки (то есть 60 килобеккерель в сутки), вместе с наружным воздухом — 10 кБк/сутки, вместе с водой — 4 кБк/сутки и с газом — 3 кБк/сутки. Мало кто подозревает о существовании этих радиоисточников. Проветривать помещение важно, прежде всего, для того, чтобы очистить его от радона. Среди специалистов широко известна так называемая "шведская проблема" — высокие концентрации радона в помещениях. Шведы перестарались — в целях экономии тепла (энергии) они свели обмен воздуха в помещениях к минимуму, герметизируя помещения и сводя к минимуму вентиляцию.

Что касается воды, то попадание радона с водой в организм не столь опасно и не столь значительно. Во-первых, сырую воду потребляют не часто, а при кипячении радон почти полностью улетучивается. Но даже сырая вода с радоном, попавшая в организм, не столь вредна и опасна, как радон, попадающий в легкие. А ведь распыляя воду в ванной с помощью душа, вы переводите радон из воды в воздух, а затем и в легкие. Вот где в квартире имеется опасность облучения — под душем! На кухню радон поступает вместе с природным газом. Поэтому (и поэтому!) нужны вытяжки. Но даже при отсутствии вытяжки на кухне концентрация радона в ванной примерно в три раза может превысить таковую на кухне. Таким образом, в помещениях (жилых и производственных) следует прежде всего защититься от радона, поступающего из под-

валов, а точнее из грунта под домом. Для этого надо загерметизировать междуэтажные перекрытия, а в подвалах установить принудительную вентиляцию. Вентиляция нужна и в ванной, а на кухне надо установить вытяжку.

Естественным источником радиоактивности является и каменный уголь. Радионуклиды присутствуют в угольных породах, хотя и в меньших количествах, чем в земной коре (если считать в среднем). Но дальнейший путь этих радионуклидов такой, что их концентрация увеличивается. Уголь сжигают и при этом минеральные компоненты его превращаются в воду и шлак, которые и содержат радиоактивные вещества. Дальнейший путь этих радиоактивных веществ лежит через трубу электростанции в наши помещения. Та их часть, которая не попала к нам сразу, попадает в пыль, а затем, рано или поздно, все же попадает к нам. Но уголь сжигают не только на электростанциях, но и в печах и каминах жилых домов. Подсчеты показывают, что в сумме это дает значительный эффект (конечно, отрицательный): в трубы вылетает не меньше радиоактивной золы, нежели в трубы электростанций. Причем вылетает и тут же оседает, поскольку трубы низкие. В результате все получают весьма приличную ожидаемую коллективную эффективную эквивалентную дозу облучения. Для всей Земли она составит 100 000 чел.-Зв.

Зольную пыль собирают очистные устройства. Собирают и пускают в дело — добавляют к бетонам и цементам. А далее прямой путь радиоактивной, зольной пыли к каждому из нас, поскольку она оказывается в стенах и перекрытиях нашего дома.

Термальные источники также являются источником радона. Кроме радона в горных породах Земли содержатся радиоактивные изотопы калий-40, рубидий-87, а также два радиоактивные ряда (семейства). Один берет начало от распадающегося урана-238, а другой — от тория-232. Эти изотопы являются долгоживущими. Естественно, что указанные радиоактивные изотопы (радионуклиды) распределены на Земле неравномерно, в определенных местах имеются значительные превышения их концентрации над средними значениями. Земная атмосфера непрерывно бомбардируется космическими лучами — потоками заряженных частиц высоких энергий, которые приходят от Солнца. Их траектории направляются магнитным полем Земли. Поэтому большая часть этих частиц попадает в приполярные области Южного и Северного полушарий. Так или иначе, радиационный фон, который создают космические лучи, составляет почти половину внешнего облучения, которому подвергается население от источника радиации естественного происхождения. Космические лучи приходят из двух источников — от Солнца (солнечные космические лучи) и из Галактики (галактические космические лучи). Они по своим характеристикам различаются,

но результат их воздействия на атмосферу Земли один и тот же. Они взаимодействуют с атомами и молекулами атмосферного газа, порождая при этом вторичное излучение. В результате образуются различные радионуклиды.

Проходя через атмосферу, заряженные частицы (космические лучи) теряют свою энергию и поэтому часть из них застревает в атмосфере и не доходит до поверхности Земли. Поэтому чем выше, тем больше радиация, обусловленная космическими лучами. Так, если на уровне моря доза за счет космических лучей составляет 300 микрозивертов (миллионных долей зиверта) в год, то на высоте 1200 м уровень облучения за счет космических лучей увеличивается примерно в 25 раз. Поэтому полеты на сверхзвуковых самолетах небезобидны в смысле облучения. Чем выше над уровнем моря, тем радиоактивный фон больше. Особенно большим он может оказаться в высоких горах, которые содержат гранитные породы: в гранитных скалах содержится больше радионуклидов.

Внизу, на уровне земли, а точнее моря, уровень естественного фона в разных местах может отличаться в 3—4 раза. В это фоновое излучение большой вклад вносят излучения радиоактивных веществ, которые содержатся в воде и почве.

Мы рассмотрели, как радон попадает внутрь организма человека с водой и воздухом. Но он, как и другие радионуклиды, попадает внутрь человека и с пищей. Пути понятны — это пищевые цепочки. Например, радионуклиды попадают в надземные части пищевых культур, а оттуда прямым путем в желудок человека. Этот путь может быть и непрямым. Один из вариантов: радионуклиды попадают в состав растений (травы) на пастбище, а затем в молоко коровы, которая паслась на пастбище, и после этого в пищу человеку. Вариант второй: корову, которая паслась на этом пастбище, забивают, и говядина (с радионуклидами) попадает на стол человеку. Итог каждый раз один и тот же. Если речь идет не о пастбище, а о лишайниках в арктических широтах, то это дела принципиально не меняет: в лишайниках накапливаются радионуклиды (свинец-210 и полоний-210), и поэтому попадают в мясо северного оленя, которым питаются люди. Специалисты отмечают, что в мясе северных оленей особенно велико содержание полония-210. За длинную зиму олени концентрируют в себе большие количества радионуклидов (превышение над нормой может составлять 35 раз). В Австралии нет северных оленей. Там люди получают высокие концентрации радионуклидов вместе с мясом и требухой овец и кенгуру. Форма сути не меняет. В рыбе и моллюсках также концентрируются радионуклиды — свинец-210 и полоний-210. Затем они с пищей попадают к людям. Во всех трех случаях источник облучения попадает внутрь человека и облучение перестает быть внешним —

оно превращается во внутреннее облучение. А оно, к сожалению, более эффективно.

Наряду с различными естественными источниками радиации человек создал разнообразные искусственные, рукотворные, антропогенные источники облучения. Их так много, что все здесь не перечислить. Так, это источники, связанные с работой атомных электростанций (включая аварии на АЭС); источники, связанные с производством, хранением и функционированием, если можно так сказать, атомного и ядерного оружия; самые разные источники радиации, которые используются в медицине как с целью диагностики (выявления заболеваний), так и для проведения лечения; источники, с помощью которых обнаруживают пожары; источники, которые наносят (наносили) на циферблат часов, чтобы он был хорошо виден в темное время, и т. д. Источников радиации создано слишком много — от малых до огромных, от находящихся на циферблате наручных часов до разбросанных по миру в результате взрыва Чернобыльской АЭС, а также взорванных атомных и ядерных бомб. Это огромное хозяйство очень опасных вещей не может функционировать идеально и очень часто дает сбои, в результате которых как отдельные люди, так и большие коллективы получают дозы облучения, которые во много тысяч раз превышают облучения, обусловленные естественными источниками радиации.

Чего стоит только одно применение источников радиации в медицине! Авторитет медицины всегда был велик, особенно у нас в стране. Поэтому мало кто сомневался в безопасности для своего здоровья облучений, которые он принимает во время получения рентгеновских снимков. Их делали и днем и ночью, и зимой и летом, по всякому поводу и без любого повода, просто из любопытства, так, чтобы посмотреть, что же там имеется. И так по всей огромной стране. Кроме того, в медицине в свое время широко стал применяться "мирный атом" — меченые атомы — изотопы. Эта вещь очень полезная, очень информативная и даже может быть безопасной, но только при строгом соблюдении правил безопасного применения. Всегда ли они выполнялись и выполняются?

В настоящее время ведущие ученые-медики — специалисты по радиационной медицине считают, что медицина слишком увлекается просвечиванием рентгеном и применением облучения в целях диагностики и лечения. После того как туберкулез стал практически редким заболеванием, проводить массовые облучения людей (их грудной клетки) не только не оправданно, но и почти преступно. Здоровью населения наносится огромный вред. Что касается возможного раннего обнаружения при этом рака легких — то это мало чего дает, помочь больному в этом случае все равно невозможно. Правда, в развитых странах увлечение просвечиванием людей по

всякому поводу проходит. Возможно, со временем так будет и у нас. Хочется отметить еще и очевидное: при применении источников облучения надо прежде всего быть уверенным, что соответствующая техника работает исправно, как ей предписано. Но сколько раз каждый из нас слышал: "Подождите, пока проявим снимок, возможно, его надо повторить". И повторяют, иногда даже по нескольку раз.

Уменьшить дозу облучения можно разными способами. Большинство из них очевидны. Это настройка аппаратуры на оптимальный режим, экранирование тех частей организма, облучать которые нет необходимости, уменьшение дозы до минимума, фильтрация самого излучения. Последнее означает, что пропускает только ту часть излучения, которая необходима. Остальную его часть задерживают фильтром. Это чем-то напоминает применение светофильтров, которые пропускают из всего видимого света только свет определенного цвета, то есть определенной длины волны. При диагностике и лечении раковых заболеваний в настоящее время применяют новую аппаратуру, позволяющую существенно локализовать область облучения и значительно уменьшить дозу. Применение метода компьютерной томографии позволяет уменьшить дозы облучения в несколько и даже в десятки раз (зависит от того, какой орган облучают) по сравнению с обычным методом. Конечно, при таких низких дозах можно себе позволить значительно увеличить число обследуемых лиц.

Мы уже говорили о том, что облучение половых органов может привести к генетическим изменениям. Дозу, при которой наступает такая опасность, называют генетически значимой эквивалентной дозой и сокращенно обозначают как ГЗД. Чтобы рассчитать эту дозу, надо дозу облучения половых желез умножить на вероятность того, что облученный будет иметь детей. Ясно, что если по возрасту последнее исключено (вероятность достоверно равна нулю), то говорить об этой дозе лишено смысла. Надо иметь в виду, что половые железы облучаются в разных случаях — при обследовании бедер, нижней части спины, таза, мочевыводящих путей, мочевого пузыря, при применении клизм с использованием бария.

Очень много говорилось о ядерных взрывах. Результаты их распределены (хотя и неравномерно) между всеми, живущими на Земле. Это и естественно, поскольку при ядерных испытаниях в атмосфере радиоактивные осадки переносятся на огромные расстояния (это явление глобальное). Напомним, что наибольшее число испытаний было проведено в 1961—1962 гг., и это прослеживается очень четко в изменении, например, содержания стронция-90 и цезия-137 в продуктах питания разных стран. Испытания проводили США и СССР в северном полушарии, поэтому зараженность радионукли-

дами продуктов питания в южном полушарии значительно меньше, чем в северном. Дело в том, что не все радиоактивные вещества рассеиваются в пространстве одинаково. Одна их часть, поднятая на небольшую высоту, выпадает почти сразу же неподалеку от места взрыва. Большая возможность переноса в отдаленные места у той части радиоактивного вещества, которая при взрывах поднимается в тропосферу. Там она может существовать до выпадения с осадками даже в продолжение месяца. Это радиоактивное вещество не просто существует, оно путешествует на большие расстояния (с помощью ветра), причем ветры в самой нижней части атмосферы (тропосфере) направлены преимущественно параллельно экватору, то есть с востока на запад или наоборот, то есть, другими словами, вдоль широты. Поэтому-то радиоактивные вещества не кочуют из одного полушария в противоположное. Но определенная часть радиоактивного вещества во время ядерных испытаний в атмосфере достигает даже высоты стратосферы (10—50 км). Их возможности в смысле переноса в любую точку земного шара практически не ограничены. Они находятся в атмосфере до выпадения в продолжение многих месяцев, и за это время переносятся с циркулирующим атмосферным газом на любые удаления от места взрыва. Практически эти источники радиации рассеиваются по всему земному шару.

При ядерных взрывах образуются различные радионуклиды (несколько сотен различных осколков радиоактивных ядер). Но часть из них образуется в ничтожно малых количествах, а другая часть распадается очень быстро (период полураспада небольшой). Все это "к счастью". К несчастью, при взрывах образуются и долгоживущие радионуклиды, и в достаточно больших количествах. Наиболее важные из них — это углерод-14, цезий-137, цирконий-95 и стронция-90. Периоды полураспада у них различные. Так, у циркония-95 он составляет 64 дня, тогда как у цезия-137 и стронций-90 он примерно равен тридцати годам. Что же касается углерода-14, то он является, к сожалению, долгожителем. Его период полураспада равен 5730 годам.

Специалисты для оценки облучения населения применяют понятие средней индивидуальной дозы (от данного источника). Надо сказать, что конкретные группы людей получают дозы, которые в сотни и тысячи раз превышают этот средний уровень. Так, установлено, что оленеводы Крайнего Севера от стронция-137 получают дозы облучения, которые в тысячи раз превышают величину средней индивидуальной дозы, определенной для остальной части населения. Это вдобавок к тому, что они получают через радиоактивный ягель-олень-пищу (пищевая цепочка), о чем уже говорилось. Ясно, что те люди, которые находились вблизи испытатель-

ных ядерных полигонов (как у нас в стране, так и в других странах), получили и получают дозы, значительно превышающие средние. Надо сказать, что уже проведенными ядерными испытаниями человечество обеспечило себя надолго. К настоящему времени ее "использовано" менее 15% от суммарной ожидаемой коллективной эквивалентной дозы (учитывались все произведенные ядерные взрывы), которая оценивается в 30 000 000 чел.-Зв. Специалисты рассчитали, что этот "запас" человечество будет расходовать на протяжении миллионов лет (если оно так долго продержится).

Источником радионуклидов является и атомная энергетика. После аварии на АЭС восторг от того, что наконец создан источник неисчерпаемой энергии, все больше уступает место ужасу перед возможными авариями на атомных электростанциях. Если в мирное время случается то, что случилось в Чернобыле, то чего можно ожидать в случае ведения войны, проведения диверсий или даже в случае разных катаклизмов, например, землетрясений.

Теоретически в данной проблеме все очень хорошо, очень радужно. Ведь на самом деле выбросы радиоактивных веществ в атмосферу при работе АЭС очень невелики. Но только при нормальной работе! А тем временем мощность всех АЭС в мире удваивается примерно каждые пять лет. Атомные электростанции работают уже в десятках стран, задействованы сотни ядерных реакторов.

Если анализ опасности загрязнения радиоактивными веществами вести грамотно, то надо рассматривать не только выбросы радиоактивных веществ атомными электростанциями. Надо рассматривать все звенья цепи ядерного топливного цикла, одним из звеньев которого является АЭС. Цикл этот начинается с добычи и обогащения урановой руды. Затем следует звено производства ядерного топлива. Ядерное топливо используют АЭС. Отработанное АЭС ядерное топливо затем подвергается вторичной обработке с целью получения из него урана и плутония. После всего эти радиоактивные отходы следует (следовало бы) надежно захоронить. Ясно, что даже при идеальной организации работ на каждом этапе всего ядерного топливного цикла неизбежна утечка определенного количества радиоактивного вещества.

Если рассмотреть ядерный топливный цикл подробнее, то вырисовывается следующая картина. Урановую руду добывают или открытым способом, или же шахтным (50 на 50). Далее эту руду доставляют на обогатительную фабрику, которую стараются строить не очень далеко от карьеров и урановых шахт. Ясно, что и карьеры, и шахты, и фабрики являются источниками радиоактивных веществ. Рудники дают кратковременные загрязнения. Фабрики же накапливают огромные количества отходов, содержащих радиоактивные вещества. Это так называемые "хвосты". Специалисты оце-

нивают, что к 2000 г. этих радиоактивных "хвостов" во всем мире накопится до 500 млн. т. Эти отходы являются главным источником облучения населения, который связан с атомной энергетикой. Этот источник будет оставаться эффективным в продолжение миллионов лет. Практически с ним поделать ничего нельзя. В лучшем случае от него можно (надо) отгородиться, "связать" его, покрыв асфальтом или поливинилхлоридом. Надо помнить, что эти покрытия не вечные. Но понятно, что это только пожелания, планы, хотя и обоснованные большим риском.

Продукт обогатительной фабрики — урановый концентрат — поступает на специальный завод, где он перерабатывается и очищается. В результате получается ядерное топливо. Но без отходов не обходится и здесь. Они здесь образуются как в газообразном, так и в жидком состоянии. На этой стадии облучение от данных отходов — радиоактивных веществ — меньше, чем на предыдущих стадиях — в рудниках и на фабрике. Полученное на заводе ядерное топливо поступает по назначению — на атомные электростанции. Здесь величина радиоактивных выбросов зависит от того, какой реактор используется на данной атомной электростанции. На сегодняшний день находятся в эксплуатации в разных странах пять основных типов энергетических реакторов. Водографитовые канальные реакторы эксплуатировались только в СССР, а сейчас и в странах СНГ. Наиболее распространенные сейчас водо-водяные реакторы, с водой под давлением, и водо-водяные кипящие реакторы, которые разработаны в США. В Великобритании и Франции разработаны реакторы с газовым охлаждением. В этих странах они и эксплуатируются. В Канаде широко распространены реакторы с тяжелой водой. Ядерными реакторами следующего поколения являются реакторы — размножители на быстрых нейтронах. Четыре таких реактора сейчас функционируют в Европе и России.

Примерно одна десятая часть топлива, которое уже использовано на АЭС, поступает на вторичную переработку с целью извлечения из него урана и плутония. Заводов, на которых производится такая переработка, единицы. Естественно, что имеется проблема утечки радиоактивных веществ. Особенно актуальной является проблема захоронений радиоактивных веществ. Мы не можем здесь рассматривать ее в полном объеме. Специалисты оценили, что если захоронения будут сделаны под землей и с соблюдением необходимых требований, то сколько-нибудь заметное количество радиоактивных веществ просочится в биосферу только примерно через миллион лет или чуть раньше.

Нас это устраивает.

Представляют интерес оценки доз, выполненные официальной организацией — Научным комитетом по действию атомной

радиации (НКДАР). Комитет создан в рамках ООН в 1955 г. По этим оценкам, ожидаемая коллективная эффективная эквивалентная доза облучения за счет всего ядерного топливного цикла составляет за счет короткоживущих изотопов примерно 5,5 чел.-Зв на каждый гигаватт-год электроэнергии, которая вырабатывается на атомных электростанциях. Эта доза раскладывается по различным технологическим звеньям следующим образом: добыча, руды дает вклад 0,5 чел.-Зв, обогащение руды — 0,04 чел.-Зв, производство ядерного топлива — 0,002 чел.-Зв, эксплуатация ядерных реакторов — около 4 чел.-Зв, процессы, связанные с регенерацией топлива, — 1 чел.-Зв. Как видно, самая большая доза приходится на эксплуатацию реакторов. Последняя цифра, по мнению специалистов, может в действительности быть больше в 10—20 раз.

Дозу, которую "поставляют" короткоживущие изотопы, население получает примерно в течение одного года. Она составляет примерно 90% от всей дозы облучения. Остальные 10% приходятся на долгоживущие радионуклиды. Но уже через 5 лет население получает 98% общей дозы. Радиус действия (разброса радиоактивных веществ) составляет несколько тысяч километров вокруг данной АЭС. Коллективная эффективная ожидаемая эквивалентная доза облучения долгоживущими радионуклидами составляет очень большую величину (670 чел.-Зв), но она "размазана" на миллионы лет. За первые 500 лет реализуется только 3 % этой дозы. Все остальное — для далеких потомков. Специалисты считают, что даже при нормальной, безаварийной работе реактора люди, проживающие вблизи АЭС, получают всю дозу сполна от короткоживущих радионуклидов. Они получают малую часть дозы от долгоживущих радионуклидов. Не вызывает сомнения, что проживающие вблизи ядерных реакторов люди получают дозы больше, чем получает все население в среднем.

Но не надо забывать об естественном фоне. Он значительно выше того уровня, который обусловлен нормально работающими АЭС (без аварий).

Далее нам предстоит рассмотреть главный вопрос — как действует радиация на человеческий организм, на его здоровье, на его жизнь. Слово радиация должно ассоциироваться у всех со словом "вред", "болезнь" и даже "смерть". Даже тогда, когда радиацию применяют в лечебных целях, она выполняет эту функцию потому, что наносит вред. Надо иметь в виду, что нет уверенности в том, что малая доза — это безопасная доза. К сожалению, это так. Даже малые дозы облучения могут вызвать заболевания раком или генетические повреждения. Поэтому любая доза облучения всегда опасна. Если можно, надо ее стараться избежать. При больших дозах радиацией разрушаются клетки и повреждаются ткани органов,

в результате чего может наступить смерть организма. Это может произойти даже в продолжение всего нескольких дней или даже часов.

Установлено, что раковые заболевания возникают через одно-два десятилетия после облучения. Последствия повреждения генетического аппарата проявляются на будущих поколениях — на детях, внуках, правнуках и т. д. Надо себе представлять, что если человек облучился, то это отнюдь не значит, что он обязательно заболеет раком или его генетический аппарат расстроится. Это совсем не так, поскольку в организме человека действуют восстановительные (репарационные) механизмы и вызванные радиацией повреждения в организме ликвидируются. Вопрос в том, насколько эффективно эти механизмы работают. Это зависит от многих факторов, и определить конечный результат трудно. В такой ситуации можно только оценивать риск заболевания. Риск — это вероятность того, что данный человек может заболеть. Ясно, что чем больше неблагоприятных факторов действует на человека, тем больше вероятность того, что он заболеет, тем больше риск. Из сказанного ясно, что утверждать определенно, что человек заболел именно в результате облучения, практически невозможно, за исключением очень больших доз, когда смерть наступает уже через несколько дней или часов после облучения.

Что же происходит в организме при облучении его альфа-, бета- или гамма-излучением? Рассмотрим происходящие процессы с точки зрения физики. Радиоактивное излучение часто называют ионизирующим. Процесс ионизации состоит в следующем. От полноценного атома, у которого столько орбитальных электронов, сколько в ядре протонов, отрываются один или несколько орбитальных электронов. Такой атом перестал быть полноценным и электрически нейтральным. Нехватка оторванных орбитальных электронов проявляется в том, что положительный электрический заряд ядра оказывается скомпенсированным отрицательными зарядами орбитальных электронов не полностью. Такой атом называют ионом. В данном случае положительно заряженным ионом. Имеются и отрицательно заряженные ионы. Это атомы, к которым "прилипли" лишние электроны.

Альфа-излучение представляет собой тяжелые альфа-частицы — ядра гелия. Бета-излучение — это электроны. Те и другие заряженные частицы, попадая в ткани организма, вызывают там ионизацию, то есть они выбивают из атомов орбитальные электроны. Поэтому их и называют ионизирующим излучением. Но это приводит к повреждению ткани, клеток и т. д. Более того, это повреждение тут же может продолжаться тем электроном, который выбит из ядра. Собственно, при этом внутри ткани создается свой собствен-

ный источник бета-излучения. После этого через очень короткое время образованный положительно заряженный ион (бывший атом) и оторванный электрон поступают в организм и образуют "свободные радикалы", которые чрезвычайно реакционноспособны. После этого свободные радикалы, которые образовались, взаимодействуют как между собой, так и с другими молекулами. Цепочка реакций очень сложная и до сих пор полностью не изучена. Установлено только, что в результате их может произойти химическая модификация молекул, которые важны для протекания биологических процессов и необходимы для нормального функционирования клеток. Биохимические изменения могут произойти или очень быстро, или очень медленно. В последнем случае может наступить заболевание раком. Что же касается острого поражения, очень быстрого, то оно наступает после облучения организма в больших дозах.

Для ориентации приведем величины некоторых доз. Очень большие дозы облучения порядка 100 Гр являются для организма человека смертельными. При таком облучении поражение центральной нервной системы настолько велико, что смерть наступает уже через несколько часов или дней. При дозах в 5—10 раз меньших последствия также трагичны, но развязка отодвигается на одну-две недели. Смерть наступает от кровоизлияний в желудочно-кишечном тракте. Если дозы еще меньше, то смерть облученного может наступить спустя один-два месяца вследствие повреждения клеток красного костного мозга. Без него не может происходить кровообразование в организме. Установлено, что умирает примерно половина получивших дозу облучения в 3—5 Гр. Кстати, красный костный мозг, как и другие составляющие системы кроветворения, уже при дозах облучения в 0,5—1 Гр теряет способность нормально функционировать. Поэтому и производят пересадку костного мозга. Восстановительная способность красного костного мозга, как и всей кроветворной системы, поразительна — если остались неповрежденные клетки, то будет запущен механизм восстановления разрушенных (облученных) клеток и все может обойтись благополучно.

Уже говорилось, что особенно чувствительны к облучению половые железы. Облучение семенников при дозе всего 0,1 Гр обусловливает временную стерильность мужчин. Если доза равна 2 Гр, то стерильность становится постоянной (полноценное функционирование семенников может восстановиться только через много лет). Менее чувствительны к облучению яичники у взрослых женщин. Стерильность наступает при дозах облучения, которые превышают 3 Гр.

В глазах наиболее чувствительным к облучению является хрусталик. Если профессионал за 10—20 лет работы с радиоактивными

источниками получил суммарную (полную) дозу, равную от 0,5 до 2 Гр, то может произойти (и происходит) помутнение хрусталика и увеличение его плотности. При дозах около 5 Гр развивается прогрессирующая катаракта.

Известно, что наиболее чувствительны к радиации дети. Даже при небольших дозах облучения хрящевой ткани рост костей может замедлиться, а то и вовсе остановиться — скелет организма будет искажен. Такой исход предопределен при дозах около 10 Гр, если организм облучался в течение нескольких недель. Мозг детей также очень чувствителен к облучению. Оно может вызвать потерю памяти, слабоумие или даже идиотию. Еще в большей степени опасно облучение для плода в утробе матери. Специалисты выделяют как наиболее опасный период от восьмой до пятнадцатой недели развития плода. Поэтому беременным нельзя слепо следовать назначениям врача о проведении рентгеновских снимков. Риск очень большой: ребенок может родиться умственно отсталым, так как облучением будет нарушен рост коры головного мозга.

Надо сказать, что другие ткани и органы организма человека выдерживают облучение в больших дозах. Так, почки могут выдержать без большого вреда общее облучение в продолжение пяти недель, составляющее дозу в 23 Гр. Печень выдерживает 40 Гр за месяц, мочевой пузырь — 55 Гр за четыре недели, зрелая хрящевая ткань — до 70 Гр. Более уязвимы легкие. Кровеносные сосуды сверхчувствительны к облучению.

При малых дозах облучения наиболее вероятное последствие облучения — это раковые заболевания. Основной материал по данной проблеме получен в результате обследований в продолжение десятилетий около 100 000 человек, которые подверглись облучению при взрывах атомных бомб в Хиросиме и Нагасаки. Правда, основной состав населения получил большие и весьма значительные дозы. Данных о влиянии малых доз облучения меньше. Меньше не потому, что таких облучений не было, а потому, что не проводились в достаточном объеме обследования облученных. Во всяком случае, специалисты в настоящее время считают, что нельзя указать такую величину дозы, чтобы она гарантированно была безопасной (какой бы малой она ни была). Но если учесть, что все мы облучаемся ежеминутно естественными источниками радиации, то нельзя никому гарантировать, что он не заболеет раком. Конечно, чем больше доза облучения человека, тем больше вероятность его заболевания раком. Но именно вероятность. Математики знают, что событие, вероятность которого равна единице, может и не произойти. Поэтому говорят о риске. Если доза облучения удвоилась, то удвоился и риск заболевания раком. Из такого принципа исходят специалисты. Возможно, при малых дозах с применением этого

принципа происходит перестраховка, но это, пожалуй, лучше, чем недостраховка, которая в данном случае исключена.

Раковые последствия излучения проявляются в следующем хронологическом порядке. Первые два года после облучения при не очень большой дозе (примерно 1,01 Гр) у облученного протекает болезнь в скрытой форме. Это двухлетний скрытый период. После него лейкоз развивается в явной форме. Если говорить о достаточно большой группе облученных, то наибольшая частота заболевания лейкозами в группе проявится через шесть-семь лет. После этого частота заболевания постепенно уменьшается. Через 25 лет после облучения группы частота заболевания лейкозами в группе приближается к нулю. К этому времени существенно увеличивается частота заболеваний солидными (сплошными) злокачественными опухолями. Эти заболевания начинают проявляться примерно через десять лет после облучения группы. Вероятность заболевания после этого момента постепенно растет со временем и достигает своего максимума примерно через 30 лет после облучения.

На основании изучения заболеваний облученных при атомных взрывах была оценена вероятность заболевания лейкозами. Оказалось, что при дозе облучения в 1 Гр из одной тысячи облученных в среднем два человека умрут от лейкозов.

Что касается сплошных злокачественных опухолей, то рак молочной и щитовидной желез встречается чаще всего (у десяти облученных из тысячи). Расчет велся на дозу облучения, равную 1 Гр. Вероятность этих заболеваний велика, но они частично лечатся. Так, каждую вторую женщину, заболевшую раком молочной железы, можно спасти, а из десяти заболевших раком щитовидной железы можно спасти девять человек.

Трагичнее обстоит дело с раком легких, который действует беспощадно. Встречается он весьма часто. Так, по оценкам специалистов, из тысячи облученных, возраст которых превышает 35 лет, пять заболевают раком легких. Если делать оценки по всем возрастам, то эта цифра уменьшится вдвое: чаще заболевают облученные зрелого и преклонного возраста.

Злокачественные опухоли других органов и тканей после облучения появляются реже. Так, вероятность рака желудка, печени или толстой кишки с летальным исходом в пять раз меньше, чем рака легких, а вероятность возникновения рака костных тканей, пищевода, тонкой кишки, мочевого пузыря, поджелудочной железы, прямой кишки и лимфатических тканей даже в 20—25 раз меньше вероятности заболевания раком легких. Кстати, для облученных заболеваемость раком легких намного больше у курящих. Чем более заядлый курильщик, тем больше риск заболевания. Эти данные получены при анализе заболеваемости раком органов дыхания рабочих урановых рудников.

В результате облучения, как уже говорилось, в организме могут произойти генетические нарушения. Здесь возможны различные варианты: происходит изменение числа или структуры хромосом или же возникают мутации в генах. В последнем случае эффект может проявиться уже в первом поколении или же он будет отодвинут на последующие поколения и даже на неопределенное время. Первые генные мутации называют доминантными, а вторые рецессивными. Рецессивные мутации проявляются только в том случае, если у обоих родителей мутантным является один и тот же ген.

Под действием малых доз облучений могут происходить нарушения хромосом (хромосомные аберрации) — повышенное содержание клеток крови с хромосомными нарушениями. Эти нарушения могут происходить даже при очень малых дозах облучения. Специалисты считают, что любое (даже очень незначительное) превышение уровня излучения в среде над уровнем фона может повысить вероятность вредных мутаций. Более того, это может произойти и просто при высоком уровне естественного фона. Собственно, это же справедливо и по отношению к вредному действию любых химических веществ, которые вносятся (или попадают каким-то образом) в окружающую среду, например, в виде добавок в пищу человека. Поэтому понятие предельно допустимой дозы не должно излишне успокаивать, хотя последствия хромосомных нарушений в биологическом плане до конца не изучены.

Насколько распространенными являются описанные изменения, дают представление следующие оценочные цифры, полученные специалистами (доза облучения считалась равной 1 Гр). При облучении с такой дозой группы из тысячи мужчин возможны 1—2 случая генных мутаций, которые заканчиваются серьезными последствиями, и до 1 случая хромосомных аберраций. Учитываются те облученные, у которых впоследствии появились дети (живые новорожденные). Надо иметь в виду, что женские половые клетки менее чувствительны к облучению, поэтому оценочные цифры, полученные по женщинам-родителям, будут значительно ниже. Последствия облучения в смысле генетических последствий специалисты оценивают и по-другому — по величине дозы, при которой удваивается частота того, что потомство появится с той или иной разновидностью наследственных эффектов. Естественно, сравнение проводится с нормальными условиями, когда радиация была нормальной. Применение такого подхода дало следующие результаты. Было установлено, что если поколение родителей (в течение 30 лет) облучалось при суммарной дозе в 1 Гр, то на миллион новорожденных детей, родившихся от таких облученных родителей, может появиться примерно 2000 серьезных случаев генетических заболеваний (другими словами, два случая на тысячу новорож-

денных). Этим методом можно оценивать и суммарную частоту появления серьезных наследственных дефектов в каждом поколении. Имеется в виду, что доза облучения остается постоянной. Ясно, что в этом случае число живых новорожденных с серьезными наследственными дефектами будет больше — оно составит 15 000 на миллион, или 15 на тысячу живых новорожденных.

Приведенные оценки не следует слишком абсолютизировать. Они получены при учете только серьезных генных мутаций, врожденных аномалий. Но вклад неучтенных, не очень существенных дефектов может в общей сложности, в сумме давать не меньший, если не больший эффект. Поэтому всегда надо помнить, при каких условиях делаются те или иные оценки, а также и то, что оценки — это только оценки.

Научный комитет ООН по действию атомной радиации провел оценки, насколько сокращается период трудоспособности, а также продолжительность жизни в результате генетических изменений, которые последовали за облучением с мощностью дозы 1 Гр на поколение. По этим оценкам, оба эти периода сокращаются на 50 000 лет из расчета на каждый миллион живых новорожденных среди детей первого облученного поколения. Если постоянно облучаются многие поколения, то впоследствии эти периоды перестают увеличиваться, достигая 340 000 лет (сокращение периода трудоспособности) и 286 000 лет (сокращение продолжительности жизни). Каждый раз расчет ведется на миллион живых новорожденных.

Говоря о допустимых дозах выброса в окружающую среду радиоактивных веществ, надо иметь в виду эффект биологического накопления, о котором уже говорилось в отношении различных ядов. Его специалисты также характеризуют коэффициентом накопления, который показывает, на сколько (во сколько раз) содержание определенного радионуклида в организме животного больше его содержания в окружающей среде. Радиоактивные вещества накапливаются в организме так же, как и не радиоактивные. Например, радиоактивный йод-131 накапливается в щитовидной железе точно так же, как и обычный, нерадиоактивный йод. Часто радионуклиды "работают" под своих двойников, то есть под те химические нерадиоактивные элементы, химические свойства которых такие же, как и у этих радиоактивных изотопов. Это относится прежде всего к радиоактивному стронцию-90. Он появляется в окружающей среде по воле человека (образуется при расщеплении урана, то есть при производстве и испытаниях ядерного оружия, а также при работе атомных электростанций). Попадая в окружающую среду из указанных источников, радиоактивный стронций-90 выпадает вместе с осадками и затем мигрирует вместе с кальцием

из почвы и воды в растения и животные. Далее по пищевой цепочке он попадает на стол человека. При этом он выдает себя за кальций. И занимает его место в наших костях. Так внутри нас образуются радиоактивные источники, которые мы сами выбросили в окружающую среду. Так работает механизм накопления стронция-90 в костях нашего организма. Далее только один шаг к возникновению раковых заболеваний, поскольку кроветворная ткань костного мозга высокочувствительна к бета-излучению стронция-90. Поэтому опасность от стронция-90, находящегося в костях, в 3000—4000 раз больше, чем от внешнего источника облучения.

Очень любопытно, что чем беднее вода и почва биогенными химическими элементами (которые прошли через живое существо), тем эффективнее они накапливают радиоактивные (и другие вредные) вещества. Поэтому в арктической тундре при скупой растительности происходит эффективное их накопление. Далее путь этих радионуклидов к оленям, а затем и к человеку.

Сказанное относится к стронцию-90, но не только к нему. Так, подобным образом цезий-137 маскируется под калий и поэтому успешно совершает свой круговорот в природе вместе с ним и в результате этого попадает на наш стол.

Надо иметь в виду, что накопление происходит не только в организме. Оно может происходить и в неживой природе (в воде, почве, осадках или в воздухе), если приток данного вещества в данный объем больше, чем его отток.

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ

Самая большая экосистема на Земле — биосфера в процессе развития (сукцессии) достигла своего стабильного, равновесного состояния. Это значит, что все процессы идут слаженно, нигде нет сбоев. Различные вещества (азот, сера, фосфор, углерод, вода, ртуть, стронций, цезий и множество других) участвуют в круговороте, который в нормальных условиях должен совершаться непрерывно. Это значит, что участвующие в круговороте вещества не могут где-то накапливаться, то есть выводиться из круговорота. Если такое накопление будет происходить, то чем дольше оно будет продолжаться, тем больше вещества, которое должно совершать круговорот, выйдет из него. Это напоминает поточную линию: всего должно быть столько, сколько надо — ни больше, ни меньше. Если чего-то не хватает — работа линии будет нарушена. Конечно, интересно знать, как все это происходит в природе. Но наш интерес двойной. Он выз-

ван не только любознательностью, но и тем, что человек результатами своей деятельности существенно нарушает установившийся в природе круговорот веществ. Важно знать, насколько это опасно, чем именно это грозит и каким образом можно этому противодействовать. Именно с этой точки зрения прежде всего мы и рассмотрим проблему. Так, если раньше было ясно, что есть циклы (круговороты) главных, основных веществ и веществ, которые считались второстепенными, то теперь никто из специалистов не осмелится сказать, круговорот какого вещества можно считать пренебрежимым. Если в круговороте участвует очень малая масса вещества, то ее нельзя назвать пренебрежимо малой. Значение участвующего в круговороте вещества определяется не его массой, не его количеством, а теми последствиями, которые оно способно вызвать. Например, радиоактивный стронций-90 в очень незначительных количествах участвуя в круговороте вместе с кальцием и попадая вместе с ним в наши кости, способен (если его количество увеличится существенно) прекратить существование позвоночных (и человека в том числе). Раньше такой проблемы не существовало — стронций-90 появился на свет благодаря человеку. Кстати, человек не только включил в круговорот множество веществ, которые вредны сами по себе (побочные продукты горнодобывающей промышленности, различных производств, химической промышленности и современного сельского хозяйства, продукты, содержащие высокие концентрации тяжелых металлов, ядовитые органические соединения и другие потенциально опасные вещества), но и изменил условия круговорота веществ, поскольку изменил ландшафт, вырубив лес, заасфальтировав поверхность Земли, построив города, поселки и т. д. и т. п.

Рассматривая круговорот (цикл или геохимический цикл) любого вещества, различают ту часть вещества, которая непосредственно участвует в круговороте, проходит поточную линию. Поэтому специалисты эту часть вещества называют подвижным, или обменным, фондом. Этот активный циркулирующий фонд еще называют доступным. Остальная часть вещества не принимает непосредственно участия в круговороте, но она, конечно, не отделена наглухо от первой части. Эту часть вещества называют резервным фондом. К нему применяют также термин "недоступный" фонд. Эта часть в большинстве случаев больше, чем оборотная часть. Можно это иллюстрировать хотя бы на примерах азота или воды или же кислорода. Конечно, чем больше резервная часть, резервный фонд, тем меньше риск, что сбои в обменном фонде приведут к катастрофе. Теряющееся вещество в обменном фонде может быть компенсировано из резервного, базового фонда. Но такой резерв не всегда большой. Тогда ситуация в большей степени подвержена возможностям срыва.

Анализируя круговорот веществ в природе, выделяют два различающиеся пути такого круговорота. В одном случае в круговороте участвуют вещества, находящиеся в атмосфере и гидросфере (морях, озерах, реках, ручьях, болотах и океанах). Этот круговорот называют круговоротом газообразных веществ. Повторим, что резервные фонды в этом случае находятся в атмосфере и гидросфере. В другом случае речь идет о круговороте тех веществ, резервный фонд которых находится в земной коре. Этот круговорот называют осадочным. Не надо путать с осадками — снегом и дождем. Круговорот веществ в осадочном цикле осуществляется путем осадкообразования, горообразования, вулканической деятельности, эрозии и биологического переноса. Вещества, переносимые в осадочных циклах, "привязаны" к земле в большей степени, чем кислород, азот, двуокись углерода, вода и др., которые циркулируют с атмосферным газом, водой и т. д. Рассмотрим вначале биогеохимические циклы, резервные фонды которых находятся в атмосфере, гидросфере и почве. Начнем с воды.

Биогеохимический цикл воды. В общих чертах круговорот воды представляет себе каждый. Большой резервуар воды — океаны, моря, озера и реки. Вода из этого резервуара испаряется. Образуются облака. Затем выпадают осадки в виде дождя, снега, крупы, града. Вода осадков попадает в озера, реки, болота, откуда в конце концов стекает в море. Так круг замкнулся. Надо еще отметить наличие грунтовых вод, которые в конце концов также постепенно стекают туда же — в море. Есть, естественно, и поверхностный сток воды в море.

Любому очевидно, что двигать большие массы воды по описанному кругу не просто. На это надо затратить большую энергию — ведь воду надо поднять на большую высоту над уровнем моря (облака). Поэтому неудивительно, что примерно одна треть всей энергии Солнца, которая "перепадает" Земле, уходит на совершение этой работы. Циркуляция воды важна не только сама по себе (что не вызывает сомнения), но и потому, что она переносит другие вещества. Если вы изменили маршрут воды, то вы тем самым, как правило, изменили и состав тех веществ, которые она переносит. Вода — это "ноги" многих веществ в их круговороте, как полезных, так и вредных. Поэтому круговорот воды надо знать досконально в первую очередь. Специалистам данные о круговороте воды расскажут очень о многом, о том, что неспециалисту покажется никак не связанным с водой. Поэтому в мире тратится много сил и средств для того, чтобы измерять уровень воды в озерах, морях, реках, расход и приход воды и многое другое. Все это необходимо для того, чтобы следить не только за циркуляцией воды как таковой, но контролировать круговорот и других ве-

ществ. Контролировать и принимать меры к тому, чтобы недостатки, нарушения в этом круговороте как-то устранить, нейтрализовать. Так, в результате вырубки лесов меняются условия кругооборота воды. Во-первых, в результате этого гумус в почве окисляется, разрушается. А гумус в нормальном состоянии является источником углерода. В лесном гумусе углерода в 4 раза больше, чем в атмосфере, тогда как в биомассе лесов его только в полтора раза больше, чем в атмосфере. При окислении гумуса высвобождается CO_2 в газообразном виде, который обычно удерживается в почве. Состав почвенных вод меняется вследствие сведения лесов и распашки земель. В них уменьшается количество некоторых микроэлементов. Дело в том, что вымывание веществ из почвы зависит от путей и режима циркуляции воды. Если вода циркулирует глубоко в почве и она насыщена CO_2, то это способствует обогащению ее микроэлементами. Ясно, что такие условия реализуются, если вода задерживается лесом, деревьями, а не стекает вниз, не успев просочиться вглубь. Это можно проиллюстрировать результатами очень любопытного исследования. Ученый исследовал раковины двухстворчатых моллюсков, которых одну-две тысячи лет назад использовали в пищу, а раковины выбрасывали на помойку, на кухонные кучи. Исследователь сравнил содержание в этих раковинах бария и марганца с содержанием их в современных двухстворчатых моллюсках. Оказалось, что это содержание за последние тысячи лет уменьшилось вдвое. То есть моллюски в наше время недополучают примерно половину причитающихся им марганца и бария. А все потому, что их не доставляет вода. Она циркулирует другим путем и не растворяет достаточного количества этих микроэлементов. Она не достигает тех глубин, на которые проникала раньше, при существовании лесов. Сейчас вода быстро стекает по поверхности почвы и не фильтруется через гумусовые слои. Это значит, что элементы, находящиеся в почве (это резервный фонд), оказались отрезанными, отделенными непроницаемой стеной от элементов, которые совершают круговорот и составляют обменный фонд. А причина этого — действия человека, который извел лес. В этом случае для того, чтобы хоть как-то исправить положение, надо вносить в почву указанные не доставленные водой элементы как добавки к удобрениям. Это пример тех косвенных последствий результатов деятельности человека, которые он не предвидел. К сожалению, в истории они идут сплошной чередой. Специалисты установили, что в море количество воды, которая испаряется с его поверхности, больше, чем то количество воды, которая возвращается в море в виде осадков (дождя, снега, града). Но баланс должен быть соблюден. Недостающая для этого вода втекает в море из суши, куда она выпадает в виде осадков.

Это можно трактовать и так: часть испарений моря, прежде чем попасть обратно в море, орошает сушу в виде осадков. Эта влага поддерживает экосистемы как естественные, так и искусственные, то есть агроэкосистемы, используя которые человек кормится. Были получены такие оценочные цифры. Пресные озера и реки получают ежегодно в виде осадков примерно 1 геограмм воды (это равно 10^4 т). Из нее одна пятая часть составляет сток, то есть уходит в море, а четыре пятых частей прихода воды за счет осадков уходит в подпочвенные водоносные слои, или, как выражаются специалисты, "горизонты". Поскольку оценки дают, что всего воды в этих пресных озерах и реках содержится четверть геограмма, один оборот воды происходит примерно за один год (сток составляет пятую часть геограмма). Оценки проведены применительно к США.

В результате деятельности человека (создание водохранилищ на реках, уплотнение пахотных земель, сведение лесов, строительство оросительных систем, покрытие земной поверхности непроницаемым для воды покрытием и т. д. и т. п.) поступление воды в глубинные слои почвы очень сильно сократилось. Нельзя рассматривать воду просто как среду обитания живых организмов. Ни в коем случае. Она вместе со всем живым, в ней находящимся, составляет единое целое. Живое не только приспосабливается к условиям, имеющимся в воде, но и меняет эти условия. Так, речные животные возвращают в круговорот элементы питания. Поэтому вынос их в море сокращается. Мало того, элементы, пропущенные через пищевую цепь насекомых, рыб и других организмов, могут перемещать эти элементы против течения воды. Имеются и другие признаки этого единства.

Глобальный круговорот углерода. Это второй круговорот, который наряду с круговоротом воды чрезвычайно важен для человека, для человечества. Прежде всего надо вспомнить о CO_2. Его содержание в атмосфере нельзя изменять сколько-нибудь сильно. От него зависят условия на Земле — потепление или похолодание климата, и то и другое очень плохо. Чувствительность CO_2 к изменениям в биосфере очень высокая из-за того, что его мало содержится в резервном фонде, в атмосфере Земли. Чем резерв больше, тем устойчивость больше. Резервный фонд — это своего рода буфер, что и понятно. Манипулируя количеством вещества, которое составляет малую долю от всего количества, трудно существенно изменить всю массу вещества. В случае с CO_2, к сожалению, все обстоит не так — резервный фонд мал и поэтому чувствительность к воздействиям высокая. Конечно, имеются очень большие запасы углерода в океанах, а также в ископаемом топливе и вообще в земной коре. Но он там почти законсервирован. Потоки углерода между матери-

ками, океанами и атмосферой незначительные. Пока человек столь сильно не вмешивался в эти процессы, эти потоки были сбалансированы — сколько углерода уходило из атмосферы, столько же его возвращалось в нее из океанов и материков. Но человек добавил мощные источники углерода. Это прежде всего сжигание топлива (горючих ископаемых). Но имеются и другие источники. Так, потеря CO_2 из почвы в результате ведения сельского хозяйства больше, чем приобретение почвой углерода из атмосферы. Известно, что CO_2 фиксируется сельскохозяйственными культурами. Это для почвы дебет, прибыль (в смысле углерода). Но в результате частой вспашки CO_2 высвобождается из почвы. Это потеря CO_2, которая превышает его прибыль. Дать точные цифры, характеризующие все процессы, приводящие к пополнению CO_2 в атмосфере, трудно. Возможно, процесс сжигания топлива равноценен процессу разрушения биотических резервуаров. Но возможно, что второй процесс менее важен.

Не вызывает сомнения, что растительность Земли путем фотосинтеза, а также карбонатная система морей являются основными источниками CO_2 в атмосфере. Установлено, что организмы, составляющие зоопланктон, выделяют в воду большое количество элементов питания в растворимой форме. Это количество больше, чем то, которое высвобождается при микробном разложении трупов этих организмов. Эти выделения в воду живых организмов включают в себя растворимые органические и неорганические соединения фосфора, азота и CO_2. Эти продукты непосредственно усваиваются продуцентами. Эти продукты нет необходимости подвергать разложению бактериями. По такой же схеме происходит восстановление (регенерация) и других жизненно важных элементов питания. Следующие цифры иллюстрируют рост CO_2 в атмосфере. Если в 1880 г. в атмосфере содержалось 0,29% CO_2, то в 1958 г. оно достигло 0,31%, а в 1980г. — 0,33%. На первый взгляд, это незначительные изменения. Но результаты их могут иметь очень губительные последствия. Оценено, что если содержание CO_2 достигнет 0,58%, что может произойти в середине будущего века, то температура повысится в среднем на 1,5—4,5 °С. А это очень серьезно. Может начаться таяние льдов в полярных шапках, изменится циркуляция атмосферы, повысится уровень Мирового океана. Правда, по мере загрязнения атмосферы промышленными выбросами она становится более мутной и количество отраженной атмосферой солнечной энергии увеличивается. Значит, ее меньше будет попадать на поверхность Земли. Это тот случай, когда говорят, что нет худа без добра: часть нагрева за счет увеличения CO_2 может компенсироваться увеличением рассеянной солнечной энергии.

Мы говорим о CO_2. Но у него есть предшественники, первоисточники. Это CO — окись углерода и CH_4 — метан. В атмосфере содержание CO составляет 0,0001%, а метана — 0,0016% от общего содержания атмосферы. Эти соединения быстро обращаются, время пребывания (полного кругооборота) для CO составляет чуть больше месяца (0,1 года), а CH_4 — 3,6 года. Для CO_2 оно составляет 4 года.

Откуда берутся CO и CH_4? Они образуются при анаэробном, или неполном, разложении органического вещества. Впоследствии оба эти соединения окисляются и образуют CO_2. Но CO образуется не только в процессе естественного разложения. Примерно столько же его образуется и при неполном сгорании горючих ископаемых. Много его содержится в выхлопных газах автомобилей. Все знают, что окись углерода (CO) является для человека смертельным ядом. Он особенно опасен по понятным причинам в городах, где его концентрация может достигать 0,1%. Результатом этого могут быть анемии и другие заболевания сердечно-сосудистой системы, которые связаны с недостатком кислорода.

Что касается метана, то он вносит свой вклад в образование озонного слоя. Он производится живыми организмами (микроорганизмами) в мелководных морях, а также болотах. Об этом мы говорили, касаясь проблемы озонного слоя.

Круговорот азота. Воздух, которым мы дышим, на 80% состоит из азота. Это дармовой азот. Он очень нужен в почве, но в таком виде он там не усваивается. Таким образом, азот обладает огромным резервным фондом. Круговорот его в основных чертах выглядит так. В атмосферу он поступает в результате деятельности денитрифинирующих бактерий. Он возвращается в круговорот благодаря деятельности азотфиксирующих бактерий или водорослей. Они осуществляют биологическую фиксацию азота. Кроме того, азот образуется и затем поступает в атмосферу в результате ряда физических процессов, например, при электрических разрядах (молниях) и др.

Азот протоплазмы ряд бактерий-редуцентов переводят из органической формы в неорганическую. При этом каждый вид бактерий выполняет свою весьма определенную часть работы. В этой цепочке каждое звено на своем месте и нельзя допустить, чтобы оно выпало. В конце концов некоторое количество азота переводится в аммиак или в нитрат. Эти формы азота наиболее успешно усваиваются зелеными растениями.

Человек добавляет азот в окружающую среду вследствие выбросов соединений азота в атмосферу. Человек осуществляет промышленную фиксацию азота. Продукты этой фиксации азота поступают в пахотные земли в форме азотных удобрений. Их количество примерно равно природной фиксации азота. Но биологичес-

кая фиксация ниже. Относительно азота нет каких-либо опасений — его баланс в природе сохраняется. Это результат большого резервного фонда и того, что фиксация азота уравновешивается его денитрификацией.

Круговорот азота, как и воды и вообще любого вещества, требует затрат энергии. Когда происходит разложение белков до нитратов, то высвобождается энергия, которую потребляют организмы, проводящие это разложение. Обратный процесс использует солнечную энергию или же энергию, заключенную в органическом веществе. За счет разложения получают энергию микроорганизмы (бактерии), которые превращают аммиак в нитрит, и бактерии, которые превращают нитрит в нитрат. Бактерии азотфиксирующие и нитрифицирующие для выполнения работы по превращению азотосодержащих соединений используют энергию других источников.

Имеется целый ряд бактерий, которые фиксируют азот. Это свободноживущие бактерии (как аэробы, так и анаэробы), симбиотические клубеньковые бактерии бобовых растений, сине-зеленые водоросли, которых еще называют цианобактериями, пурпурные бактерии из ряда фотосинтезирующих.

Многим известна роль клубеньков на корнях бобовых растений. В этих клубеньках находятся бактерии, которые фиксируют азот. Такие живые организмы, кооперирующиеся с растениями, называют мутуалистами, или симбионтами. Благодаря этим сожителям бобовые получают удобрения прямо с воздуха. Это, естественно, широко используется в агротехнике: после бобовых почва оказывается хорошо удобренной. Менее известно то, что и у многих других растений имеются подобные сожители. Бобовые имеют тропическое происхождение. Но имеется не менее 160 видов двудольных растений, у которых имеются подобные по своему назначению клубеньки на корнях. В качестве примера можно привести ольху. У нее в корневых клубеньках содержатся особые примитивные грибы, которые и осуществляют фиксацию азота. Эффективность их работы не хуже, чем у бактерий в клубеньках бобовых. Эти растения, в отличие от бобовых, возникли в умеренной зоне, для которой характерны песчаные и болотистые почвы. Здесь-то и надо в скудную почву добавлять азот, что успешно и делается.

Сине-зеленые водоросли выполняют ту же функцию фиксации азота. Они хорошо устраиваются на мелком плавающем водном папоротнике, где они заполняют микроскопические поры. Их многие века успешно используют при выращивании риса на заливных рисовых полях Востока. Технология следующая. До того, как будет высажен рис, залитые поля зарастают этим папоротником. В результате поля получают азотные удобрения, благодаря которым регулярно получаются хорошие урожаи риса. Нет нужды вносить

удобрения, нет нужды менять места посадок риса. На одних и тех же местах в продолжение 1000 лет рис дает отменные урожаи.

Надо сказать, что фиксация азота происходит и бактериями, которые живут на эпифитах и листьях влажных тропических лесов. Часть этого фиксированного азота получают деревья.

Процесс фиксации азота является очень энергоемким. Для того, чтобы из молекулы азота N_2 путем добавления водорода из воды получить две молекулы аммиака NH_3, необходимо затратить большое количество энергии, которая идет на разрыв тройной связи в молекуле N_2. Коэффициент полезного действия этого процесса составляет не более 0,1. Необходимая энергия получается растениями в фотосинтезе. Бактерии в клубеньках бобовых на связывание одного грамма азота затрачивают примерно десять граммов глюкозы. Глюкоза получается в процессе фотосинтеза. Это и дает столь нужный КПД.

Что касается внесения азотных удобрений в почву, то, как это ни покажется странным, это крайне не эффективно. Посудите сами. По данным американских специалистов, при увеличении азотных удобрений в 12 раз (с 1950 г.) урожайность увеличилась примерно в два раза. Только небольшая часть удобрений используется повторно. Практически вся масса удобрений удаляется из почвы с уборкой урожая. Часть нитратов (немалая!) попадает к нам на стол. Другая часть выносится из почвы водой (происходит выщелачивание), а также выходит из игры в результате денитрификации. В природных же процессах дело обстоит иначе: примерно 80% того азота, который усваивается ежегодно на всей Земле, возвращается в круговорот из воды и из суши. Из игры выходит только 20%, которые восполняются в результате фиксации или с осадками (дождем).

Подводя итог азотному циклу (круговороту), укажем на то, что часть азота непрерывно уходит в резервный фонд, опускаясь в глубоководные океанические отложения. Зато в круговорот время от времени включается азот, поступающий в атмосферу с вулканическими газами. Так что даже деятельность вулканов хорошо согласована со всеми процессами на Земле. Специалисты считают, что "выключение" вулканов сказалось бы отрицательно на производстве пищевых продуктов на Земле ("от голода вполне могло бы погибнуть больше людей, чем страдает сейчас от извержений"). Надо сказать еще несколько слов об азоте как об опасном загрязнителе воздуха. Оксиды азота (N_2O и NO_2) являются токсичными. В обычных условиях их образуется немного. Но при сжигании ископаемого топлива содержание этих летучих окислов очень сильно увеличивается, особенно в городах и в промышленных районах. Они составляют третью часть всех отравляющих веществ промышленного происхождения, которые как загрязнители попадают в атмосферу.

Печально известный фотохимический смог, который раздражает глаза и вообще отрицательно действует на здоровье, образуется из NO_2, который содержится в выхлопных газах. Под действием ультрафиолетового солнечного излучения NO_2 вступает в реакции с продуктами неполного сгорания углеводородов, которые также содержатся в выхлопных газах, и образуется фотохимический смог (фото — потому, что образуется под действием света, ультрафиолетового солнечного излучения).

Круговорот фосфора. Фосфор, в отличие от азота, является в природе дефицитом, или фактором, ограничивающим, лимитирующим жизненные процессы. Поэтому нельзя допустить, чтобы он выходил из игры, то есть из круговорота, на какой-либо ее стадии. Из всех элементов, которые необходимы для живых организмов, причем в больших количествах, фосфор является одним из наиболее редких в смысле его содержания на поверхности Земли. А между тем тот фосфор, который мы добываем для удобрений, тут же теряется — как только мы его добавляем в почву, в том же году он из нее вымывается (по крайней мере большая часть его) водой и навсегда оказывается потерянным для нас. Конечно, он не исчезает как таковой, но из круговорота выключается или навсегда или очень надолго. Он попадает на морское дно, откуда возвращается к нам в очень малых количествах. Возвращают его рыбы. Но возвращают в общей сложности мало, не более 60 000 т в год. А добываем мы фосфора в год примерно два миллиона тонн. Разница весьма существенная. Некоторые успокаивают тем, что разведанные запасы пород, содержащих фосфор, достаточно велики и его, дескать, хватит и для нас и для наших внуков. Но нас должна тревожить не только проблема растранжиривания фосфора (который очень быстро вымывается из почвы), но и те отходы, которые накапливаются в процессе переработки фосфоросодержащих веществ и производства удобрений. Создаются очень серьезные загрязнители окружающей среды, главным образом в виде фосфата. Огромные количества растворимых фосфатов выносятся в водные системы вместе со сточными водами как сельскохозяйственными, так и промышленно-городскими. Специалисты-экологи считают, что если мы не хотим погибнуть от голода, то нам придется всерьез заняться проблемой возвращения фосфора в круговорот. В некоторых местах (за рубежом) практикуют опрыскивание наземной растительности сточными водами, содержащими фосфор. В другом варианте их "пропускают" через болота. Это не решает проблемы полностью, но определенный эффект достигается.

Сложность проблемы фосфора, в отличие от азота, состоит в том, что его резервный фонд находится не в атмосфере, а на дне морском, в горных породах и других отложениях, которые возник-

ли как результат геологической активности. Из этих пород фосфор добывает человек, ведя их разработки, но добытый фосфор почти незамедлительно теряется — он в прямом смысле уплывает из его рук и оказывается на дне морском. При этом часть фосфатов отлагается в мелководных осадках, а часть теряется очень глубоко на морском дне. В принципе в истории Земли имел место процесс поднятия отложений. Но сейчас он практически не наблюдается и уповать на то, что фосфор сам поднимется со дна морского, не приходится. Рыба, как мы уже видели, также не справляется с этой задачей. А между тем фосфор является незаменимым элементом протоплазмы, без которого жизнь невозможна. Круговорот его прост: он переходит из органических соединений в фосфаты, а фосфаты потребляют растения. Что касается потери фосфора, то мы теряем и еще одну возможность его возвращения в круговорот — морские птицы стали это делать намного менее эффективно, чем в недалеком прошлом. Птиц становится меньше — и это результат деятельности человека. А ведь было их несметное количество. Колоссальные скопления гуано на побережье Перу казались неистребимыми. Но человеку все по плечу.

Круговорот серы. Сера не столь необходима живым организмам, как фосфор и азот. Но роль ее огромна, и круговорот ее в природе сбивать нельзя. Роль ее не только прямая, но и косвенная. Например, когда в осадках образуются сульфиды железа (содержат серу), то это помогает фосфору переходить из нерастворимой формы в растворимую. А это то, чего мы так желаем. Но у серы есть и своя непосредственная задача — она входит в состав аминокислот и участвует в процессе продуцирования и разложения биомассы.

Резервный фонд серы содержится как в почве и отложениях, так и в атмосфере. В атмосфере ее меньше. В обменном фонде, который участвует в круговороте, идут процессы окисления серы и ее восстановления. Эту работу выполняют специализированные микроорганизмы — каждый из них делает свое дело. Так, например, бактерии Desulfovibrio поднимают серу со дна морского. Они обходятся без кислорода (являются анаэробами). Эти бактерии преобразуют сульфаты (SO_4^{2-}), которые находятся в отложениях и воде на большой глубине, где нет кислорода (к примеру, в Черном море) в H_2S. Далее газ H_2S сам поднимается и оказывается или в поверхностных водах, или же в верхних слоях отложений. Здесь его используют другие организмы, например, фотосинтезирующие бактерии.

Бесцветные, зеленые и пурпурные серобактерии осуществляют обратный процесс преобразования H_2S в сульфаты. Промежуточным звеном в этой реакции является образование серы: $H_2S - S - SO_4^{2-}$. Без этого звена H_2S преобразуют в SO_4 тиобациллы.

Эта реакция (процесс) называется аэробным окислением сульфида. Аэробные гетеротрофные микроорганизмы превращают серу в SO_4^{2-}, а анаэробные — в H_2S. В результате получения первичной продукции сульфаты включаются в органическое вещество. Сульфаты возвращаются в круговорот через экскрецию животными.

Собственно, основной формулой серы, которая восстанавливается автотрофами (организмами, усваивающими солнечную энергию путем фотосинтеза) в белки, является SO_4^{2-}.

Круговорот серы важен не только для круговорота фосфора, о чем уже говорилось, но и для круговоротов азота и углерода.

В воде также находятся фотосинтезирующие бактерии, как морские, так пресноводные. Производят они органического вещества очень немного (3—4%). Но заслуга их в другом — они могут функционировать в таких условиях, где другие организмы жить не могут. Они обитают в граничном слое между окислительными и восстановительными зонами в воде и осадках. Туда свет практически не проникает. Эти бактерии, находясь в илистых отложениях литороли, образуют розовые и пурпурные слои, которые располагаются под верхними зелеными слоями водорослей, обитающих в иле. Они обитают там, где уже имеется свет, но мало кислорода — у самой верхней границы восстановительной (анаэробной) зоны. В условиях, когда в стоячих озерах имеется большое количество H_2S, на долю фотосинтезирующих серобактерий приходится четверть общей годовой продукции фотосинтеза.

Мы говорили об естественном цикле, круговороте серы. Но человек много добавил к этому круговороту. В результате промышленного загрязнения в окружающую среду попадает большое количество серы в основном в виде газообразного сернистого ангидрида (SO_2), который образуется в результате сжигания угля. Двуокись серы гибельно действует на растительность. Кроме того, SO_2 реагирует с водяным паром и кислородом с образованием слабой серной кислоты H_2SO_4 в виде капелек. Эти капельки и образуют кислотный дождь. Чем больше времени находится в воздухе SO_2, тем больше вероятность образования серной кислоты. Можно привести такой пример. Для того, чтобы меньше загрязняющих веществ, в том числе SO_2, выпадало в населенных пунктах после их выбросов из труб ТЭЦ, эти трубы стали строить высокими. Эффект проявил себя тут же, поскольку загрязняющие вещества поднимались выше и уносились с воздухом дальше. Но чем дольше SO_2 находится в воздухе (в контакте с водяным паром — водой), тем эффективнее образуется серная кислота, которая затем благополучно (с осадками) выпадает на те же населенные пункты. От чего ушли, к тому же пришли, только в худшем варианте. Этого бы не случилось, если бы сразу было понимание проблемы, понимание того, что

где бы в атмосферу или гидросферу или почву мы не выбросили загрязняющие вещества, они рано или поздно будут у нашего порога, вернутся к нам через форточку, водопроводный кран или продукты питания. Нельзя быть, в конце концов, страусом. Надо наконец понять, что имеется единственное решение данной проблемы — удаление серы из выбросов и из топлива.

Надо иметь в виду, что в тех почвах, где нет противодействия кислотности, буферов pH, которыми служат карбонаты, соли кальция и других щелочных соединений, кислотные дожди наиболее опасны. Почва от них не защищена. Ясно, что увеличение кислотности (pH) в почве, озерах и т. д. приведет к исчезновению в них жизни.

Осадочные циклы. Рассмотренные выше циклы (круговороты) не исчерпывают всех возможностей, которые реализуются в природе. Ведь не все вещества циркулируют вместе с водой и воздухом. Мы уже говорили, что имеется и осадочный цикл, то есть круговорот веществ в результате вулканической деятельности, горообразования, осадкообразования, эрозии. Конечно, в этом круговороте не обходится и без живых организмов, которые осуществляют биологический перенос.

Поскольку осадочный цикл связан с самой Землей, то приведем некоторые пояснения. Ядро Земли покрыто сверху слоем, толщина которого равна 2900 км. Этот слой называют мантией. Сверху мантия покрыта слоем базальта. Базальт — это черная порода, которую можно обнаружить в районах вулканических выбросов. Слой базальта практически является дном океанов. Сверху на базальтовом слое местами (там, где имеется суша) имеется "слой" гранита. Гранит — это весьма устойчивая порода, имеющая светлую окраску. Выше слоя гранита находится слой отложений. Кстати, в океанах и морях также имеется слой отложений, под которым (при достаточной глубине океана или моря) находится базальт. Материки же (суша) представляют собой гранитные глыбы, плавающие, словно пробки, на базальтовом слое! Эти пробки сверху покрыты отложениями.

Теперь, имея перед собой картину устройства Земли, попробуем представить себе, как происходит циркуляция различных элементов. В атмосферу поднимаются элементы, которые извергаются из вулканов, переносятся воздушными потоками из отложений (результаты эрозии и др.) и поднимаются в атмосферу вместе с морской (океанической) водой. Все эти вещества (элементы), находящиеся в воздухе, рано или поздно должны выпасть на землю (и на водную поверхность океанов и морей). Кроме того, надо иметь в виду, что идет обмен элементами между мантией и слоем базальта (в ту и другую сторону), а также между отложениями и гранитом. Нас интересует жизнь. Ее участие в круговороте и ее участь в ре-

зультате вторжения человека в этот процесс. Поэтому осадочные элементы мы будем называть элементами питания. Ясно, что лучше всего, оптимально, *если* элементы питания будут находиться там, где они нужны, где в них имеют потребность живые организмы. Очевидно, что слой отложений образовался не сразу, а в процессе длительного переноса вещества сверху вниз, как это описано выше. Накопление элементов питания происходило в периоды минимальной геологической активности. Это были растворенные или пригодные к использованию минеральные элементы. Они оседали на низменностях и в океанах. Естественно, что возвышенности при этом обеднялись. Нормально, если это обеднение будет восполняться поступлением веществ снизу. В этом и будет состоять нормальный круговорот. Этот возврат элементов питания снизу вверх могут осуществлять живые организмы. Поэтому говорят о биологических механизмах возврата.

Любая из цивилизаций, которые существовали на Земле до сегодня, так или иначе приводила к ухудшению этого механизма восполнения, то есть к ухудшению качества почв. На Азиатском континенте, который был свидетелем многих цивилизаций, потери почв наибольшие. Помешать нормальному круговороту веществ (элементов питания) можно по-разному. Можно, например, на высокоширотных реках поставить плотины, перекрыть ход лососей на нерест (а заодно не только лососей). При таком варианте никто не думает о том, что когда в глубине материка лососи гибнут во время нереста, то в своем теле они там оставляют ценные элементы питания, которые они транспортировали, доставили вглубь материка из моря. Можно привести и другой пример. Мы уже говорили, насколько пагубна сплошная, плановая вырубка леса. И не только потому, что атмосфера недополучит свой кислород (это для нас чрезвычайно важно), но и потому, что с древесиной мы удаляем с этого участка элементы питания. В естественных условиях эти элементы питания остались бы там же, в почве леса. Они поступили бы в почву после того, как дерево разложилось бы. Но мы оголили почву и нарушили круговорот элементов питания.

Ранее экологов интересовал круговорот только важных для живых организмов (главное, для человека) веществ, элементов питания. Но с появлением радиоактивных веществ, которыми человек за короткое время успел загрязнить все среды — воздух, воду и почву, — постановку проблемы пришлось изменить. Те элементы, которые еще недавно считались второстепенными, оказались в центре внимания. Второстепенных не стало. Оказалось, что вместе с второстепенными элементами может совершать круговорот радиоактивный элемент, химические свойства которого такие же. Он что-то вроде близнеца. А это в корне меняет дело. Если второсте-

пенный элемент для нас был безразличен, поскольку он не приносил ни вреда ни пользы, то его двойник, проникая к нам вместе со второстепенным элементом, может обернуться для нас драмой, если не трагедией. Так проникает в наши кости радиоактивный стронций-90, который совершает круговорот с безобидным кальцием. Пока человек не породил стронций-90, проблемы не было. Но сейчас она стала одной из зубных болей человечества. Подробнее об этом будет сказано в разделе "Радиационная экология".

Второй важной проблемой, которую создал человек, — это тяжелые металлы и в том числе ртуть. Это такие металлы, как цинк, медь, кадмий и др. В результате промышленных разработок эти металлы попадают в почву, воду, а затем и к нам на стол. Что касается ртути, то она также мигрирует в реки и почву. Если она приходит в контакт с микроорганизмами, то они ее перерабатывают. Но! Из нерастворимых ее форм они делают растворимую, которая очень подвижная и очень ядовитая. Это метилртуть.

ЭНЕРГИЯ В ЭКОСИСТЕМАХ

Мы знаем, что для того, чтобы что-нибудь сделать, надо затратить энергию. Без затрат энергии ничего добиться нельзя. Без труда не выловишь и рыбку из пруда. Но специалист-физик, да и просто добросовестный десятиклассник скажет, что это неправильно. Неправильно в принципе. Неправильно потому, что "энергия может переходить из одной формы в другую, но она не исчезает и не создается заново". Это является законом, первым законом термодинамики. Законом, который никогда и нигде не нарушался и, видимо, нарушаться не будет. Значит, затратить или произвести энергию нельзя в принципе. Этого не может сделать никто: ни человек, ни самые хитроумные машины, ни животные, ни растения. Количество энергии во Вселенной, каким оно было "от сотворения Мира", таким остается и по сей день и будет одним и тем же вечно, покуда будет существовать этот Мир, а возможно (видимо) и дольше. То же самое надо сказать и о веществе. Все оно, абсолютно все, сохраняется. Оно только меняет, форму, структуру. Но это более понятно, тем более тем, кто знает формулу А. Эйнштейна $E=mc^2$, где E — энергия, m — масса вещества, c — постоянная, равная скорости света. Раз не меняется количество энергии, то не меняется и количество вещества. Это логично.

Имеется и третья величина, которая никогда не исчезает. Правда, она, видимо, может образовываться. Это — информация. Ин-

формация обо всем происходящем в любом уголке Вселенной, будь то на вашем рабочем столе или внутри клетки вашего организма, поступает в информационное поле Вселенной и остается там вечно, никогда не исчезая. Эта информация, несомненно, наиболее важная часть Вселенной, а точнее, ее основа, основа всего того, что составляет Вселенную. Поэтому примитивно и ограниченно звучат заключения экологов-биологов, что "все взаимодействия между живым и неживым ограничиваются обменом веществом и энергией". А где информация, тот генплан, по которому и была создана Вселенная, то, благодаря чему и обеспечивается единство Вселенной и согласованность всех действий в ней? Но вернемся к энергии. Если количество энергии, несмотря ни на что, всегда остается неизменным (энергия расходоваться не может в принципе!), то что же происходит, например, когда мы выполняем работу?

Поясним это на примере. Был построен красивый дворец. Кирпичи были сложены в определенном порядке. Прошли тысячелетия. Этот порядок установки кирпичей превратился в беспорядок, в полный беспорядок, по которому никакой археолог не сможет восстановить (в уме или на бумаге) разрушенный временем дворец. Время разрушает все. Точно то же самое происходит и с энергией: она из энергии, в которой был порядок, с течением времени стремится превратиться в энергию, в которой уже порядка меньше или вовсе его нет. Вы включили электроплиту. Она раскалилась. Температура ее стала намного выше, чем температура воздуха на кухне. Электроплита, в данном случае, служит источником упорядоченной энергии: эта энергия собрана в одно место, вы можете на плите вскипятить воду и т. д. Но когда вы плиту выключите, она начинает остывать. Что это значит? А то, что упорядоченная энергия становится менее упорядоченной, или, в данном случае, и вовсе неупорядоченной. Упорядоченная энергия — это та энергия, тот вид энергии, который легко использовать для того, чтобы произвести какие-либо изменения с веществом.

Таким образом, количество энергии, вещества и информации не меняется. Меняется в Мире только одно — упорядоченность. Первый закон термодинамики гласит, что энергия не меняется количественно. Второй закон термодинамики гласит, что если этому не мешать, то всегда идет процесс уменьшения порядка — беспорядок растет. Применительно к энергии это значит, что идет превращение упорядоченных видов энергии в менее упорядоченные и так до предела, пока энергия не будет рассеяна в пространстве абсолютно равномерно. Выключенная электроплита через какое-то время остынет, а вернее, ее температура станет в точности равной температуре окружающего воздуха. В пределах кухни про-

изойдет полное выравнивание температуры, всякая упорядоченность энергии будет устранена, и в этом смысле восторжествует полный, абсолютный беспорядок. Мы можем кухню расширить на всю Вселенную (мысленно, конечно) и "выключить" все электроплиты-звезды и другие источники тепла. Что тогда? То же самое, что и на кухне — через некоторое время упорядоченность энергии должна исчезнуть, должен наступить полный, абсолютный беспорядок (в смысле энергии) — энергия будет равномерно, абсолютно равномерно распределена в пространстве. Второй незыблемый закон термодинамики гласит, что в конце концов все стремится к полному, абсолютному беспорядку, если только никто и ничто этому не препятствует. В физике (термодинамике) этот закон называют законом энтропии, а также Законом непрерывного, неизменного стремления энтропии к увеличению. Везде, где этому нет противодействия, энтропия растет, стремится расти, все выравнивая. Закон открыт (а точнее, сформулирован) в физике. Но он работает везде. По этому закону, в обществе необходимо постоянно, ежеминутно вносить упорядоченность. Чем эффективнее это будет делаться, тем дольше общество будет в состоянии сопротивляться росту энтропии, росту беспорядка. Можно это делать с помощью только принудительной системы, тогда можно обеспечить упорядоченность в обществе на десятилетия. Можно же делать это более эффективно — через воспитание граждан и организацию такого функционирования общества (конечно, не без принуждения), когда общество сможет сопротивляться наступлению полного беспорядка столетия и тысячелетия. История знает такие примеры.

Смысл слова "энтропия" из сказанного выше ясен. Само слово энтропия (от греч. тропос, что значит другой) значит исключение всего иного, другого, наступление полного выравнивания, полного беспорядка. Вспомните, от этого же слова (тропос) происходит тропосфера, область атмосферы, где имеет место иное, другое изменение с высотой температуры воздуха: ниже тропосферы температура с ростом высоты уменьшается, а в тропосфере — увеличивается.

Задача серии книг "Единая картина Мира" состоит в том, чтобы помочь читателю овладеть правильным мировоззрением, миропониманием, мировосприятием. Правильным — в смысле, соответствующим современному уровню знаний. Рассматриваемый здесь вопрос энергии в этом плане очень принципиален, во всяком случае не меньше, чем вопрос информации.

После такого общего вводного рассмотрения перейдем к рассмотрению проблемы прохождения энергии через экосистемы. Экосистема состоит из живого и неживого. Именно живое выполняет задачу — увеличивать упорядоченность, противодействовать наступ-

лению полного беспорядка, хаоса. Полный беспорядок, хаос наступит тогда, когда вся энергия будет превращена в тепловую энергию и эта тепловая энергия будет рассеяна равномерно во всем пространстве. О какой энергии (первоначальной) мы говорим? Конечно, об энергии Солнца. Большая часть энергии, благодаря прохождению которой существует, функционирует наша экосистема — биосфера Земли, — это энергия, приходящая к нам от Солнца. Причем через биосферу с пользой, с отдачей проходит очень малое количество этой энергии. Убедитесь сами. Солнечная энергия в виде волнового солнечного излучения, солнечных лучей падает на зеленый лист дерева, например, дуба. Этот лист может оприходовать только два процента падающей на него энергии. Остальные 98% солнечной энергии теряют свою упорядоченность, поскольку сильно рассеиваются и превращаются в тепловую рассеянную энергию. Если бы кто-то упорядочил эту энергию, собрал ее в определенном месте, организовал ее, то он тем самым противодействовал бы непрерывной деградации энергии, то есть росту энтропии. Растение, которое взяло на себя 2% солнечной энергии, сохраняет ее упорядоченность, поскольку в результате фотосинтеза создаются вещества (пища для других живых организмов — консументов), которые концентрируют энергию, упорядочивают ее. Дальше эта энергия проходит по всей пищевой цепочке. Правда, при переходе от одного звена к другому, более высокому по рангу (например, от продуцента к первичному консументу или же далее, от первичного консумента ко вторичному консументу), большая часть энергии опять же теряется, рассеивается в виде тепла. Поэтому широкое основание экологической энергетической пирамиды по мере перехода от одного трофического уровня к другому в конце концов сходит на нет на вершине пирамиды. Если бы энергия не рассеивалась, а вся оставалась упорядоченной при переходе от одного трофического уровня к другому, то мы имели бы всегда дело не с пирамидами, а с параллелепипедами — на любом уровне энергия (сечение параллелепипеда) была бы одна и та же.

Для характеристики стремительности уменьшения количества энергии в экологической энергетической пирамиде экологи используют понятие качества энергии. Смысл его понятен из такого примера. От Солнца на один квадратный метр поступает один миллион килокалорий. Часть этой энергии (примерно 2%) синтезируют растения. Растения поедают травоядные животные. При этом опять же только малая часть энергии связывается, другая часть превращается в тепло. Далее, это травоядное животное становится жертвой хищника (вторичного консумента). Снова только малая часть энергии сохраняется (в хищнике). Остальная часть энергии рассеивается. Допустим, что на уровне хищника осталось нерассеянной из

одного миллиона только сто килокалории. При переходе от Солнца, а затем от одного трофического уровня ко второму, а затем и к третьему нерассеянная энергия уменьшилась в сто тысяч раз. Специалисты считают, что во столько же раз увеличилось качество энергии. Принцип здесь простой: на сколько уменьшилось количество энергии, настолько увеличилось ее качество. Таким образом, качество энергии в экосистеме определяется тем количеством энергии определенного типа, которая затрачена на получение энергии данного типа (данного трофического уровня).

Для того, чтобы данный потребитель смог воспринять данную энергию, она должна быть определенного качества. Так, заяц не может путем фотосинтеза воспринять солнечную энергию. Ему нужна травка, которая это способна сделать. Значит, заяц может воспринимать энергию только на одну ступень более высокого качества, чем травка. Лиса же, пожирающая зайца, воспринимает энергию еще на одну ступень более высокого качества. И так далее. Проходя по пищевой цепи, энергия меняет свое качество. Это происходит благодаря живым организмам на разных трофических уровнях. В разных экосистемах трофические уровни могут существенно различаться. Это определяется характеристиками экосистем: из каких видов, каких сообществ она состоит и как они сочетаются. Ясно, что эффективность по повышению качества энергии у экосистем также будет разная.

Специалисты используют понятие экологической эффективности для характеристики отношения между трофическими (пищевыми) уровнями, а также при оценках отношения внутри трофических уровней. В первом случае различают такие понятия:

1. Эффективность поглощения энергии трофическим уровнем. Это отношение энергии, поступившей на данный уровень, к таковой на предыдущем уровне.

2. Эффективность ассимиляции трофического уровня. Это аналогичное указанному выше отношение ассимиляции.

3. Эффективность продукции трофического уровня. Это отношение продукции биомассы на данном уровне к таковому на предыдущем уровне.

Иногда используют и понятие “эффективность использования”. Под ним понимают или отношение энергии, поступающей на данный уровень, к продукции биомассы на предыдущем уровне, или отношение ассимиляции на данном уровне к той же величине — продукции биомассы на предыдущем трофическом уровне.

В случае оценок в пределах одного трофического уровня используют такие отношения:

1. Эффективность роста тканей или продукции — это отношение продукции биомассы к ассимиляции (на одном и том же уровне).

2. Экологическая эффективность роста — это отношение продукции биомассы к поступлению энергии на одном и том же уровне.

3. Эффективность ассимиляции — отношение ассимиляции к поступлению энергии на одном и том же уровне.

Экологи ратуют за то, чтобы мы не транжирили энергию высокого качества там, где можно обойтись энергией более низкого качества. Например, отопление домов можно производить с помощью солнечных батарей (солнечная энергия), поэтому грешно на это расходовать уголь, газ, мазут и т. д., поскольку они являются источником энергии более высокого класса. Здесь различие в качестве достигает 2000. Это значит, что для того, чтобы солнечный свет выполнял ту работу, которую сейчас производят нефть или уголь, световую энергию надо сконцентрировать (повысить его качество) в 2000 раз. Не будем забывать, что своим существованием эти источники энергии высокого качества обязаны живым организмам, они образовались на определенной стадии пищевой цепи.

Из рассмотренного выше ясно, что только живое вещество (растения, животные, микроорганизмы) самим своим существованием поддерживают упорядоченность энергии, повышая ее качество. Американский эколог Ю. Одум считает, что "экология изучает связь между светом и экологическими системами, а также способы превращения энергии внутри систем". Это, несомненно, верно. Только предмет экологии этим не исчерпывается, о чем свидетельствует содержание данной книги. Скорость, с которой продуценты (зеленые растения) усваивают солнечную волновую энергию путем фотосинтеза или хемосинтеза и тем самым накапливают энергию в виде органических веществ, называют первичной продуктивностью. В процессе фотосинтеза растения тратят часть органических веществ на свою жизнь, на дыхание. Если эту энергию не вычитать из ассимилированной растением солнечной энергии, то первичную продуктивность называют валовой. Употребляют также термины "валовый фотосинтез" и "общая ассимиляция". Если же энергию, израсходованную растением на дыхание, все же вычесть, то останется чистая первичная продуктивность. Ее еще называют наблюдаемым фотосинтезом, а также "чистой ассимиляцией". Растения на дыхание тратят примерно половину энергии, которую они оприходовали в процессе фотосинтеза. Если же первичную энергию, но уже не солнечную, а в виде гнили, трупа и т. д. воспринимают гетеротрофы, то чистая продуктивность их сообщества определяется по тому же принципу — это скорость накопления органического вещества в результате деятельности гетеротрофов минус та энергия, которая уходит на их жизнь. Это были первичные преобразователи энергии — продуценты и гетеротрофы. Но энергию накапливают и живые организмы на каждом последующем трофи-

ческом уровне. Это уровни консументов. Скорость этого накопления называют вторичной продуктивностью, не различая валовую и чистую продуктивность, поскольку консументы только используют питательные вещества, которые были созданы ранее.

Когда в этот процесс вмешивается человек (например, выращивая овощи или злаки и т. п.), то распределение продуктивности может меняться. Ведь человек может вносить энергию и тем самым уменьшать потребление энергии на дыхание растений из первоисточника. Тогда больше энергии из первоисточника перейдет в продукцию. Энергию, вносимую человеком в экосистему, экологи называют энергетической субсидией, или же вспомогательным потоком энергии.

ЭКОЛОГИЯ ДУХА

То, что "все живое представляет неразрывное целое, закономерно связанное не только между собою, но и с окружающей косной средой биосферы", может казаться очевидным и даже тривиальным. Тривиальным в том случае, если за этими словами не видеть глубокого, истинного смысла — смысла того, как эта связь осуществляется. Именно благодаря этой связи, "этой способности живые организмы могут в течение даже немногих поколений приспособиться к жизни при таких условиях, которые для прежних поколений были бы гибельны".

Эта связь всего в природе, на Земле и во всей Вселенной, может осуществляться вследствие особого строения Мира, в котором мы живем. Хотя мы находимся в этом Мире всю свою жизнь, от рождения и до смерти, тем не менее для каждого человека, знакомящегося с этим особым устройством Мира, оно является неожиданным и где-то неправдоподобным. Убедитесь в этом сами.

Все мы привыкли считать, что окружающий нас Мир устроен по фотографическому принципу. То есть каждый считает, что имеется фотографическая картина Мира. Это значит, что вы имеете информацию о той части Мира, которую вы видите, как на фотографии. Вы можете видеть часть этого Мира или в натуре, или на фотографии, или на экране телевизора, или на киноэкране. То, что вы увидели, то и будете знать. Чего вы не увидели, о том вы и не будете иметь информации. То же самое можно проиллюстрировать и на таком примере. Вы рассматриваете большую фотографию и видите все, что там изображено. Если половина этой фотографии будет отрезана, то на оставшейся половине вы уже никак не уви-

дите все то, что было на целой фотографии (что отрезано, то отрезано). Так можно отрезать от фотографии еще половину, а затем еще половину и так до тех пор, пока не останется от нее небольшой кусочек. На этом кусочке фотографии вы увидите только то, что там изображено. Это естественно: это фотография.

Если вы первоначально имеете дело не с фотографией того же объекта, а с его голограммой, то при делении голограммы на кусочки все будет происходить совсем по-другому. Если в вашем распоряжении оказывается только половина голограммы, то вы все равно получите изображение всего объекта, как будто голограмма полная. Более того, если из голограммы остался только небольшой кусочек, то и по нему вы получите изображение всего (как и при целой голограмме) объекта. В этом различие фотографии и голограммы. Чтобы уяснить себе смысл различия фотографической и голографической картины Мира, представим себе, что на фотографии и на голограмме изображена вся Вселенная. Убирая часть фотографии, вы убираете информацию о той части Вселенной, которая была видна на этой части фотографии. Если у вас остался только кусочек фотографии, то вы будете иметь информацию только о небольшой части Вселенной, которая показана на этом кусочке фотографии. Если же у вас осталась только часть голограммы, то из нее вы получите информацию обо всей Вселенной. Причем этот кусочек может быть каким угодно малым. Вывод: в любом самом маленьком кусочке содержится информация обо всем окружающем нас Мире, обо всей Вселенной. Вся информация о Вселенной содержится, например, в той ручке, которой я сейчас пишу этот текст. Вот в чем суть голографической картины Мира. В это трудно верится потому, что в нашей ежедневной жизни, практике мы имеем дело с фотографическим принципом — что видим, то и видим. Но исследователи показали, что и человек, его органы восприятия устроены по этому же голографическому принципу. Мы это поясним немного позднее.

Теперь рассмотрим, в чем особенность, вытекающая из голографической картины Мира. Все во Вселенной связано между собой. Это одна система, а она невозможна без связей. Связи предполагают, что между элементами системы идет непрерывный обмен информацией. Ведь на всякое действие должно появиться противодействие. На любые изменения в системе она должна реагировать. Но если система — вся Вселенная, то информация между самыми удаленными элементами системы должна передаваться очень долго. Но в этом нет необходимости, если Вселенная устроена по голографическому принципу. Ведь при этом в каждом элементе системы (то есть Вселенной) имеется вся информация обо всей Вселенной. Значит, информацию передавать нет необходимости. Она вся есть

там, где она нужна, где она требуется. Мы говорим об элементе Вселенной. Им может быть человек, цыпленок, клетка организма, камень. В каждом из этих элементов имеется информация обо всей Вселенной. Именно это, прежде всего, обеспечивает единство Вселенной, согласованность действий всех элементов системы (Вселенной), их взаимосвязь.

Эту информацию обо всей Вселенной, которая, естественно, имеется в каждом, даже самом маленьком ее элементе, естественно назвать информационным полем Вселенной. Это не нечто, состоящее из отдельных частей, это единое целое, характеризующееся едиными показателями. Поэтому оно — поле.

Как осуществить связь между всем и всеми благодаря информационному полю Вселенной? Поясним это на примере человека, он ведь также является элементом Вселенной, как и все остальные.

Подсознание человека и информационное поле Вселенной являются сообщающимися сосудами. Все, что имеется в информационном поле Вселенной, имеется и в подсознании каждого из нас.

Наше подсознание и сознание соединены между собой информационным каналом, который у стандартных (нормальных) людей перекрыт. Он перекрыт "заглушкой" (это научный термин). Если по каким-то причинам "заглушка" не идеально перекрывает информационный канал между подсознанием и сознанием, то в сознание человека может поступать информация из подсознания человека, а значит, из информационного поля Вселенной. Такой человек является ясновидящим, ведь он черпает информацию обо всем из информационного поля Вселенной. Никто из ясновидящих не может объяснить, как именно это у него получается.

Благодаря голографической картине Мира возможно не только ясновидение, но и телепатия. Суть ее состоит в том, что каждый из телепатов получает информацию не от своего партнера — телепата, а из своего подсознания (то есть информационного поля Вселенной). Для установления телепатической связи важно только одно: сумеет ли каждый из партнеров-телепатов "заглянуть" в свое подсознание. Естественно, что не имеют никакого значения ни расстояния между телепатами, ни экраны, в которых могут помещать телепатов экспериментаторы.

Таким образом, благодаря тому, что устройство Вселенной является голографическим, человек, как и любой другой элемент Вселенной, имеет возможность получать всю информацию обо всем во Вселенной. Очень существенно, что у человека это происходит на уровне подсознания. Ясно, что если бы это происходило на уровне сознания, то наша жизнь была бы совсем иной.

Говоря о человеке, важно заметить, что информация обо всем, что происходит во Вселенной, которая имеется в информацион-

ном поле Вселенной, никогда не исчезает. Человек не только черпает информацию из информационного поля, но и непрерывно поставляет туда информацию. Она сохраняется там и после смерти физического тела человека. Она связана с потомками данного человека (память предков) даже в том случае, если они никогда не видели этого человека и ничего не слышали о нем. Благодаря информационному полю Вселенной осуществляется непрерывное, неосознанное (на уровне подсознания) взаимодействие всех элементов Вселенной (животных, растений, людей, неживой природы).

Мы вынуждены удивить читателя еще раз: неживая природа также обладает определенным типом сознания. Для человека, получившего наше воспитание, это странно, если не сказать — дико. Но тем не менее это так. Может, мы убедим читателя, который не готов в это поверить, если приведем мнение об этом В. И. Ленина. Изучая философию в библиотеке Лондона (Британском музее), а конкретнее, древнегреческую философию, он в конспектах отметил, что нельзя отрицать, что и неживая природа обладает определенным типом сознания. Именно сознания, а не просто информации. Мы до сих пор говорили об информационном поле Вселенной. Но оно представляет собой не просто банк информации обо всем, доступ к которому имеется у всех элементов Вселенной, но и переработку этой информации и выработку решений. Но это функции разума. Поэтому более подходящим для этой субстанции является термин "Мировой разум", который широко применялся раньше. Термин "информационное поле" более современен, но более узкий, он хуже отражает существо дела. В наше время широко обсуждается вопрос о том, что кроме человеческого сознания имеется в космосе и другое, независимое от человеческого. Носителями этого другого (или других) сознания являются, дескать, разумные существа других, параллельных, миров. Такое представление в принципе неверно. Нет независимых разных сознаний. Имеется одно-единственное, единое информационное поле. Поэтому вся Вселенная — единая система. Другое дело, что то, что имеется в сознании человека, отличается от того, что имеется в сознании животного, а также от того, что имеется в сознании представителей иного (параллельного) мира, если таковые имеются. Но сам Мировой разум, само Вселенское сознание одно, едино и неделимо.

Это мы говорили о человеке, о его связи с информационным полем Вселенной. Исследовался вопрос о связи между растениями, животными и человеком. Приведем только несколько иллюстративных результатов таких исследований.

Опыты по связи между растением и животным провел, в частности, американский ученый К. Бакстер. Он задался прагматическим вопросом — нельзя ли у растения определить свидетельства

происходящего на его глазах "убийства"? Чтобы ответить на этот вопрос, исследователь "на глазах" у растения совершал убийства креветок. Это делалось так. Креветка располагалась на пластинке, которая находилась над кастрюлей с кипящей водой. Поворот пластинки производился случайно. О его времени не знал даже сам исследователь, поскольку это происходило по сигналу датчика случайных чисел. Поворот пластинки неизбежно приводил к тому, что креветка падала в кипящую воду и погибала. Опыты убедительно показали, что каждый раз, когда погибала в кипящей воде креветка, датчик, установленный на листке растения, выдавал электрический импульс, который регистрировался прибором. Лист растения, наблюдавшего за трагедией животного, выдал точно такой же по сути, по своей физической природе электрический импульс, какой выдает человеческий организм при экстремально напряженном его психоэмоциональном состоянии, при стрессе. Стресс растения произошел не от боязни за свою собственную жизнь (ей ничто не угрожало, и растение это знало), а от боли за находящееся в смертельной опасности другое живое существо — креветку. Ученых в этих опытах поразило то, что такой язык общения между животным и растением существует, несмотря на то, что растения и животные находятся на разных ступенях развития. Хотя и те, и другие состоят из клеток, устроенных идентично, растения не имеют специализированной нервной регуляции. Креветки, как животные, такую регуляцию имеют, ведь они обладают нервной системой. Это, казалось бы, принципиальное различие не мешает тем и другим не только общаться, но и "близко к сердцу" принимать беды друг друга.

Проводились и опыты по изучению связи между растением и человеком. В частности, их проводил известный ученый В. Н. Пушкин. В этих опытах человек находился под гипнозом. Ему внушали разные состояния (страх, радость, холод и т. д.), на которые реагировало растение. Один из опытов проходил так: придя в лабораторию, испытуемая — студентка Татьяна — располагалась в кресле в удобном для гипноза положении на расстоянии около одного метра от растения, стоящего тут же на столе. После того как испытуемая была погружена в гипнотический сон, ей внушалась идентификация с растением. Гипнотизер говорил ей: "Ты уже не Татьяна, ты — цветок, тот самый цветок, который стоит на столе в лаборатории". Собственно эксперимент начался после того, как Татьяна в состоянии глубокого гипноза подтвердила, что она цветок.

Первой задачей эксперимента являлось выяснение самого факта биоинформационного контакта человек — растение, который является функцией гипнотического включения и выключения определенных эмоциональных состояний.

Так, испытуемой внушалось, что она (то есть цветок) очень красива, что все гуляющие в парке дети любуются ею. На лице Татьяны появилась радостная улыбка. Всем своим существом она показывала, что внимание, оказываемое ей окружающими, действительно ее радует. Именно во время такого эмоционального подъема, вызванного приятными переживаниями, была зарегистрирована первая реакция растения на эмоциональное состояние человека. Чтобы проверить, не является ли именно положительный характер эмоционального состояния значимым в реакции растения, испытуемой были внушены сильные отрицательные эмоции. Гипнотизер внушал, что погода резко изменилась, налетел холодный ветер, пошел сильный снег, стало очень холодно, бедный цветок в открытой степи чувствует себя совсем неуютно. Мимика Татьяны резко изменилась. Выражение лица стало грустным. Она начала дрожать, как человек, оказавшийся вдруг на морозе в легкой летней одежде. Растение не замедлило отреагировать на это стрессовое состояние испытуемой электрическим импульсом.

После двух экспериментов был сделан перерыв, в течение которого лента самопишущего прибора двигалась, а перо продолжало писать на ленте ровную линию (без импульсов). В течение всего пятнадцатиминутного перерыва, пока испытуемая находилась в спокойном состоянии, растение (цветок) не обнаружило никаких реакций. Линия записи на ленте оставалась прямой.

Связь между человеком, животными и растениями идет не только на уровне пищевых цепочек (кто кого съел), но, прежде всего, на уровне информационного поля. Поэтому В. И. Вернадский и говорит о единой жизненной среде, состоящей из всего живого. Эта среда — единое целое. Оно с определенной скоростью растекается по планете, наподобие жидкости или газа. В. И. Вернадский писал об этом так: "Живое вещество — совокупность организмов — подобно массе газа растекается по земной поверхности — оказывает определенное давление в окружающей среде, обходит препятствия, мешающие его передвижению, или ими овладевает, их покрывает.

С течением времени оно неизбежно покрывает весь земной шар своим покровом и только временно может отсутствовать на нем, когда его движение, его охват — разрушен и сдерживается внешнею силою. Эта неизбежность его всюдности связана с непрерывным освещением лика Земли солнечным излучением, созданием которого является зеленый окружающий нас живой Мир".

Взаимосвязь обеспечивает изменчивость: "Изменчивость жизни чрезвычайная, а между тем, несомненно, в среднем, в комплексах организмов — в живом веществе, да и в отдельных организмах размножение, рост, то есть работа превращения ими энергии солнечной в земную, химическую, — все подчиняется неизменным

математическим законностям. Все учитывается и все приспособляется с той же точностью, с той же механичностью и с тем же подчинением мере и гармонии, какую мы видим в стройных движениях небесных светил и начинаем видеть в системах атомов вещества и атомов энергии" (В. И. Вернадский).

Информационное поле Вселенной содержит информацию обо всем во Вселенной. Благодаря этому информация от одного элемента к другому не передается с некоторой скоростью, а всегда присутствует в каждом из элементов. Поэтому взаимосвязь, взаимодействие, взаимосогласованность всех элементов Вселенной обеспечивается на сто процентов. Конкретизируем, как информационное поле связано с живыми и косными элементами Вселенной.

Мы говорили, что окружающий нас Мир (весь, вся Вселенная) устроен по голографическому принципу. Но и каждый элемент имеет свою голограмму, форму-голограмму. Почему именно форму? Оказывается, что форма любого объекта играет первостепенную роль в процессах обмена информацией и энергией.

О роли формы ученый В. Н. Пушкин писал так:

"...Уже древнегреческим натурфилософам было ясно, что объекты, из которых состоит мир, включают в себя, по крайней мере, два одинаково реальных фундаментальных компонента — вещество и форму, благодаря которой кусок вещества становится объектом. Естествознание, целиком углубившееся в структуру вещества, и процессы, в нем происходящие, на протяжении всего своего развития игнорировали форму, как предмет фундаментального изучения. Лишь в последнее время проблемы формы объектов как некоторой физической реальности стали обнаруживаться в связи с исследованиями по голографии.

Известно, что понятие формы было предметом философского анализа как одна из философских категорий. Однако реальное существование формы объектов как некоторой всегда конкретной материальной структуры позволяет сделать форму предметом конкретно научного изучения. В конкретно научном, физическом смысле понятие формы может быть раскрыто как волновая (полевая) структура, контуры которой совпадают с пространственными особенностями того или иного объекта. Такое понимание формы позволяет напомнить важную научную проблему — проблему соотношения формы с веществом".

В. Н. Пушкин делит все формы на три группы: "К первой группе относятся формы неживых объектов. Здесь форма и вещество обнаруживают нерасчленимое единство и вместе с тем форма может рассматриваться как некоторое высшее свойство вещества — ведь одному и тому же веществу можно придать различную форму. Эти две особенности формы неживых объектов — нерасчленимое

единство формы и вещества и отсутствие видимой сущностной связи между ними — позволяют понять, почему основоположники современного естествознания не увидели фундаментальности формы как физической реальности.

Вторая группа форм связана с организацией живых объектов. Здесь уже имеет место сложное, далеко не очевидное соотношение формы и вещества. В науке живое вещество обычно рассматривается в виде клеток и молекул, по структуре своей ничего общего не имеющих с целостным организмом. Каждая отдельная клетка воспроизводит себя как частицу единого целого, однако целое как таковое обнаруживается лишь во внешнем виде (форме) организма. Следовательно, именно форма организма должна обладать такими объективными (биофизическими и вместе с тем структурными) свойствами, которые позволяют ей обеспечивать целостность организма и выполнять тем самым организующую функцию по отношению к живому веществу.

Что же касается нуклеиновых кислот, которые обычно рассматриваются в качестве регулятора клеточных процессов, то можно предположить, что кислоты эти являются звеном, связывающим волновую (полевую) структуру формы организма с живым веществом клетки".

Значит, не клетка как таковая определяет собой свойства живого организма как целого, а наоборот, определяющей является форма данного организма, именно она определяет поля клеток, которые способствуют функционированию неравновесных молекулярных систем в интересах всего организма как целого. Биополе живого организма, несомненно, является биофизической структурой формы организма. Так прослеживается связь формы, биополя и вещества живого организма. Эта связь не является в живых организмах столь очевидной, как в неживых объектах. В неживых объектах форма приобретает самостоятельное значение. Ее функциональные связи с веществом обнаруживаются с большей отчетливостью, чем в живых объектах. Эти две разновидности формы, на первый взгляд, исчерпывают все возможные формы в природе. Но вспомните образы восприятия, которые создавались в описанных выше опытах с растениями. Образы восприятия создаются живыми существами непрерывно. Без этого невозможно взаимодействие и даже существование живых объектов. Вспомним слова Б. Спинозы: "Каждому физическому явлению в теле соответствует определенный психический процесс, так что каждый раз, когда совершается одно явление, происходит и другое — и наоборот. Такое соответствие объясняется тождественной сущностью обоих процессов".

Психический процесс неизбежно связан с созданием образов восприятия. Поэтому эту третью разновидность формы нельзя игно-

рировать. По словам В. Н. Пушкина, "в качестве третьей разновидности форм могут рассматриваться образы восприятия. При таком подходе мозг оказывается органом, порождающим полевые, волновые структуры, соответствующие формам окружающих человека живых и неживых объектов. Гипотеза о формообразующей функции мозга позволяет подойти к природе адекватного отображения объектов с помощью образов восприятия. Образы восприятия с точки зрения их материального существования выступают как реальности, подобные стоячим волнам, как некоторые полевые структуры, как формы в чистом виде, лишенные вещества. В процессе отражения предметов окружающего мира эти материальные и в то же время информационные образования входят во взаимодействие с формами воспринимаемых объектов. Именно такое полевое, волновое взаимодействие форм составляет основу процесса восприятия".

Когда мы описывали примеры взаимодействия животных, растений и человека, то убедились, что оно возможно (на самом высоком уровне!). Несмотря на то, что организация их разная — у растений нет нервной системы, но, оказывается, что есть определенная субстанция, которая обеспечивает такое общение. Это полевая субстанция, зависящая от формы. Это формы голограммы, своего рода общий знаменатель во всем Мире.

Эта волновая структура проявляется во всем пространстве. Мы ее обнаруживаем в виде биопатогенных полос. Оказывается, что имеется некая пространственная структура (сетка), охватывающая весь земной шар, все околоземное пространство. Самый простой — Г-индикатор, которым можно определить волновую, полевую структуру человека, животных, растений. Этот же индикатор определяет положение биопатогенных полос. Но поскольку все эти излучения (поля) определяются одним и тем же инструментом, то в их сущности имеется нечто общее. Конечно, они не адекватны друг другу, но во всех этих излучениях есть общий знаменатель, общая сущность. Другими словами, можно сказать, что формы живых и неживых объектов, а также формы-образы восприятия имеют единые биофизические свойства. Все они являются волновыми (полевыми) структурами. Все эти формы могут на расстоянии (дистанционно) взаимодействовать друг с другом, как различные физические тела дистанционно взаимодействуют друг с другом.

Понятие формы-голограммы является фундаментальным. По словам В. Н. Пушкина, "введение категории формы как объективной реальности, имеющей особую, отличную от вещества физическую структуру, позволяет указать на тот фундаментальный компонент в картине Мира, который ускользнул от внимания представителей наук, и это определило отмеченную выше неполноту системы современного естествознания. Реализация категории фор-

мы позволяет вписать образы восприятия и вообще психику человека в естественно-научную картину Мира, сделать их наряду с веществом объектом изучения в системе естествознания. Такой подход, намечая место психическому в структуре природы, делает объективно устанавливаемые явления парапсихологии подтверждением и методом исследования психологической реальности как одного из проявлений форм".

В наше время не только широкая читающая публика, но и специалисты рассматривают экологию растений и животных отдельно от экологии человека, а точнее от психической экологии человека, если можно так сказать. Но это неправильно. Изложенное выше свидетельствует о том, что все это составляет единое целое, как и формы — голограммы растений, животных, неживых объектов и человека имеют одну и ту же сущность. Это общий знаменатель всего во Вселенной. Это значит, что нельзя изменить что-то одно (например, психическую жизнь человека или тем более общества) так, чтобы не изменилось все остальное вокруг человека, то есть растения, животные и даже так называемая неживая природа. Нам кажется диким, ненаучным, когда поднимается вопрос, что изменения в неживой природе (например, землетрясения) могут быть реакцией на психическую жизнь людей (общества). В настоящее время пока что невозможно говорить об этом в количественных категориях, но принципиально так ставить вопрос вполне закономерно. Поэтому та взаимосвязь всего живого между собой (жизненного вещества) и косного вещества, о которой говорил В. И. Вернадский, не осуществляется только на уровне физико-химических процессов, связанных с преобразованием энергии. Эта взаимосвязь имеет и более глубокий фундамент, позволяющий разным объектам (элементам Вселенной) взаимодействовать эффективно, независимо от расстояния.

Из сказанного становится очевидным, что окружающая среда (как принято выражаться) не исчерпывается веществом (воздухом, водой, продуктами питания и т. д. и т. п.) и энергией. Кроме них имеется информация, обмен которой между всем и вся идет очень эффективно, ежесекундно, моментально и независимо от расстояний. На самом деле слово "обмен" здесь неприемлемо. Обмен предполагает движение туда (дать) и сюда (взять). В окружающем нас мире идет не обмен, путем обмена нельзя обеспечить ту стабильность Вселенной (всего живого и неживого в ней), которая имеет место. Сделать это можно было бы только в одном случае — если бы информация с места на место передавалась с бесконечной скоростью. Но что это значит на самом деле? Только то, что она не передается, а уже (до передачи) существует там, куда, как мы считаем, она передается.

Реальная картина выглядит так: все, живое и неживое, погружено в море информации, как колбы без дна погружены в водоем. При этом в каждой из них будет то же самое, что и в водоеме, ведь это сообщающиеся сосуды. Собственно, именно это мы имели в виду, когда говорили, что в подсознании каждого, абсолютно каждого человека имеется вся та информация, которая имеется во Вселенной, то есть информация абсолютно обо всем во Вселенной. Наше сознание не имеет права (по самому замыслу природы, сотворившей нас) пользоваться этой информацией. Это значит, что канал передачи информации между нашим подсознанием и сознанием перекрыт, поэтому информация, находящаяся в нашем подсознании, находится для нас за семью печатями. Но это в обычном, нормальном, стандартном случае. Так должно быть, если конструкция человека, его конституция, его строение тела и души являются нормальными, стандартными. Если это не так, то "заглушка", перекрывающая канал информации, соединяющий сознание и подсознание, может оказаться приоткрытой и в сознание человека бесконтрольно поступает информация из его подсознания, а значит, из информационного поля Вселенной. Нас интересует вопрос — как наличие информационного поля Вселенной сказывается на тех людях, которых должно быть большинство, если можно сказать, "стандартных" людях (нет другого термина, ведь мы не можем говорить "нормальных", поскольку это предполагало бы, что остальные — ясновидящие, телепаты — ненормальные).

То, что информация из подсознания не поступает прямо в наше сознание, отнюдь не значит, что она там лишняя, ненужная для нас. Нет! Для нас она не только не лишняя, но и просто необходимая. Она делает нас действительно частью единого целого — всего информационного поля Вселенной. Эта информация является частью нас, нашего я, поскольку наше я не ограничивается нашим физическим телом. Что же у нас имеется еще, кроме физического тела? Можно говорить о душе, о биополе, о тонком теле и т. д. и т. п. Дело не в терминах. Важно, что под ними понимать. Биополе человека в том смысле, как о нем говорят и пишут в наше время, достаточно ограниченная субстанция. Представления о нем очень упрощенные — его любой экстрасенс может скорректировать, изменить — улучшить иди ухудшить. Конечно, на какую-то нашу оболочку (информационно-энергетическую) можно воздействовать и таким путем менять (корректировать в ту или иную сторону) работу организма.

Известно, что информационно-энергетический каркас человека состоит из семи энергетических центров (чакр). Жизненная энергия в теле распространяется по змеевидной спирали от одного жизненного центра к другому. Каждый из таких центров (чакр-"ог-

ней") связан с определенным органом. Так, самая нижняя точка (центр) расположена в основании позвоночника. Здесь же расположены яичники и яички. Следующая точка расположена около пупка. Там расположены надпочечники. Над сердцем расположена следующая точка. Здесь же расположена вилочковая железа. Имеется точка на горле. Здесь расположена щитовидная железа. Последний, самый верхний центр имеется между бровями. Здесь расположена шишковидная железа. Мы говорим о формах-голограммах. Человек также имеет свою форму-голограмму. Если вся Вселенная — голограмма, то у человека есть (является его основой) его форма-голограмма. Если Вселенная — это море, океан информации, то человека, его форму-голограмму можно представить как некоторый локализованный, находящийся в определенном месте, пространстве сгусток информации. Локализованный, но не отгороженный от этого моря, океана информации. Этот персонифицированный сгусток информации, форма-голограмма человека содержит в себе всю информацию, которая имеется в информационном поле Вселенной. Мы говорили о памяти предков. Вся информация после смерти физического тела никуда не исчезает, не пропадает. Она остается и оказывает влияние на все во Вселенной, поскольку является частью его информационного поля. Недаром признанный в мире советский ученый А. К. Манеев писал, что биополе как материальная система выступает как бы в роли материалистически понимаемой души, то есть важнейшего звена в организации биосистемы (об этом же в свое время писал Эпикур). А. К. Манеев о судьбе формы-голограммы, биополя, души после смерти физического тела человека писал так:

"Из изложенного следует, что идеал достижимости индивидуального бессмертия и даже признание наличия во Вселенной биосистем, уже обладающих бессмертием, надежды человечества на встречу в космосе с братьями по разуму, уверенность во всесилии знания, побеждающего смерть и могущего на базе информационных программ биополевых систем возвратить к жизни всех, как говорится, ушедших в небытие, но в новой, более совершенной форме, на небелковой основе, — все это существенные элементы истинно научного мировоззрения... Эта проблема уже поставлена на повестку дня развивающейся наукой. Идеалы подобного рода действительно заражают оптимизмом и могут служить важным стимулом вдохновения во всех сферах практической и теоретической деятельности человечества, осознавшего реальность таких идеалов".

Мы привели эти слова видного ученого не для того, чтобы обрадовать читателя тем, что он непременно будет бессмертным. Наша цель иная — показать, что поскольку вся информация о на-

ших делах, действиях, поступках, которые каждый из нас совершил за всю свою жизнь, никуда и никогда не исчезает, а остается в информационном поле Вселенной и закодирована на нас, на наших детей, внуков и правнуков и т. д. (как говорили — "до седьмого колена"), то она же — эта информация — имеет и обратное действие.

Мы находимся в рамках проблемы экологии. Так давайте рассуждать в этих понятиях — экологических понятиях. Например, атмосферный воздух является экологическим фактором. Если мы его загрязняем — нам же хуже, поскольку он же возвращается в наши легкие, отравляя наше физическое тело. Подобным образом можем рассуждать и об информационном поле Вселенной. Если оно является основой для существования нашей личности (души и, само собой, физического тела), то можно ли его не считать экологическим фактором, фактором внешней среды? Далее, этот фактор впитывает в себя информацию, связанную с действиями нашей личности. Эта информация может быть как положительной, так и отрицательной. В обоих случаях это должно, обязано бумерангом возвратиться к нам. Вопрос только времени, когда это произойдет. В одних случаях это происходит сразу же, в других — с некоторой временной задержкой.

В каких случаях это происходит сразу или почти сразу? Любая система может нормально функционировать и просто существовать при соблюдении в ней равновесия. Сила притяжения Луны к Земле должна уравновешиваться центробежной силой. В противном случае системы Земля—Луна не получится — Луна упадет на Землю. Вселенная — это сбалансированная система. Она сбалансирована не только силами гравитации (притяжения), но и другими субстратами, и прежде всего информационным полем. Во Вселенной нет ничего случайного, все имеет свое место, свою задачу, свою миссию. Это естественно, ведь все вместе мы составляем систему, а не просто свалку тел, притягивающихся друг к другу. Человек является частью этой системы, и не самой важной, и не самой исключительной, а просто частью. Мы не знаем замысла Природы, Творца, если хотите, поэтому и не знаем, кто самый главный. Грубо говоря, в часовом механизме нет лишней шестеренки и все они одинаково важны.

Во всей природе действует принцип естественности: правильно то, что естественно, что соответствует законам функционирования системы — Вселенной. Что противоречит этому, не может быть правильным. Изменить законы природы никто не может, поэтому любое противодействие этим законам обязательно закончится крахом для того, кто его осуществляет. К животным и растениям это не относится — они всегда поступают в соответствии с закона-

ми природы. Только человек, обладая свободой воли, свободой выбора, имеет возможность (к счастью или несчастью) выбирать, хотя на самом деле выбирать не из чего. Правильный вариант только один — тот, который соответствует законам природы, естественной сути вещей. Все остальные варианты (результат свободы выбора) не могут быть верными. Тут мы подошли к главному вопросу: основа личности человека, его информационная программа, его форма-голограмма, его душа или биополе (мы все равно не знаем толком, что это такое) может быть в нормальном, нестесненном, естественном состоянии только в одном случае — если реальные поступки данного человека соответствуют этим естественным законам природы, требованиям информационного поля Вселенной, требованиям совести. Если такого соответствия нет, то структура биополя рано или поздно изменится. Подчеркиваем, что она изменится потому, что человек для своего поведения выбрал не тот вариант, не оптимальный вариант, при котором его поведение было бы согласованным с естественными законами.

Специалисты однозначно показали, что до заболевания какого-либо органа или системы человека наблюдается деформация его биополя, его искажение. Недаром истинные учения о здоровье базируются на понятии здоровья духа. Мало делать различные физические упражнения. Надо иметь чистую совесть и поступать в согласии с законами природы.

Если человек не поступает так, то он не только создает проблемы для себя. Распространяя зло вокруг себя (как на деле, так и в мыслях), он деформирует не только свою духовную (душевную) основу. Он становится излучателем отрицательной информации. Если таких излучателей много, большинство в обществе, то деформируется в данном месте, на данной территории информационное поле Вселенной, что затрудняет нормальный, естественный обмен информацией. Нейтрализовать этот поток отрицательной информации (энергии) можно только потоком положительной информации. Вот почему за всю историю человечества так высоко ценились святые люди — ретрансляторы этого информационно-энергетического поля. Вывод из сказанного примитивно прост: нельзя быть счастливым, если ты поступаешь вопреки законам природы. Проанализируйте правила морали, которые у всех народов одинаковы (не убей, не укради...), и вы поймете, что это те правила, придерживаясь которых вы приближаетесь к естественному принципу, то есть будете поступать в соответствии с законами природы.

Экологический фактор — информационное поле Вселенной — может ухудшать только человек, только он это поле может загрязнить. Животные и растения этого не делают, не могут делать этого в принципе. Они не различают добра от зла. Они всегда поступают

естественно. Это мыслители понимали во все эпохи. Способность человека делать зло, то есть поступать вразрез с законами природы, была поставлена в вину самому человеку. Так появилось понятие первородного греха. По мнению мыслителей, этот первородный грех наших предков состоял в том, что они стали различать (в отличие от животных) добро и зло. Так и сказано: "От древа познания добра и зла не ешь". Ясно, что это метафора. Нет такого реального дерева и нет таких плодов (как это часто даже в наше время трактуют буквально). Это, несомненно, только метафора, в которой заключен главный вопрос, который волновал и будет волновать всех мыслителей (мыслителей всех времен и народов): кто такой человек, почему он выпал из природы и стал не только ненужным, но и вредным звеном в ней? Причина этого трактовалась так, что человек несчастен как личность и как член общества (а это так) потому, что он отклонился от предписанных природой правил, законов. Если бы он, подобно другим живым существам, делал все, соблюдая естественную целесообразность, то есть не различая добро и зло, то он подчинился бы действующим в природе законам и у него не было бы сегодняшних проблем.

Вывод из сказанного краток: человек не автономная часть Вселенной, а небольшой ее островок. Его основа — это сгусток информационного поля Вселенной, который приобрел некую индивидуальность. Этот сгусток, эта форма-голограмма, эта душа и есть основа личности. Личность может реализоваться такой, как она задумана, запроектирована только в том случае, если человек не нарушает законы Вселенной, если он развивается в гармонии с ними. Но проблема экологии личности, то есть экологии духа этим не исчерпывается. Не все зависит от вас. Имеется много возможностей воздействовать на вашу форму-голограмму, душу, подсознание через информационное поле Вселенной. Люди всегда это понимали. Только в наше время в результате нашего общего невежества в этих вопросах мы не придаем должного значения проблеме колдунов, магов и т. п. А на самом деле все значительно серьезнее, поскольку воздействие на человека, а значит, и на все общество — это реальность.

ЧАСТЬ ЧЕТВЕРТАЯ

ЧЕЛОВЕК – СИСТЕМА БИОЛОГИЧЕСКАЯ

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ОРГАНИЗМ – СИСТЕМА УСТОЙЧИВО НЕРАВНОВЕСНАЯ

Начнем рассмотрение проблемы с центрального вопроса, который чаще всего вызывает недоумение и непонимание. Он звучит так: как могут очень-очень слабые сигналы, действующие на организм извне, вызывать очень сильную, с большим выделением энергии реакцию? Чтобы это понять, мы должны присмотреться внимательно, что собой представляет организм человека с этой точки зрения.

Как данная система отзывается на внешнее воздействие, зависит от того, что она собой представляет, как она устроена. Так, если система находится в состоянии устойчивого равновесия (например, книга, лежащая плашмя на столе), то воздействие на нее с незначительной силой не может вызвать каких-либо сильных, значительных изменений. Тогда небольшие воздействия не выведут систему из этого состояния. Даже если мы книгу сдвинем, она останется в том же состоянии устойчивого равновесия.

Какой же системой является организм человека?

Организм человека не является равновесной системой. Он становится ею только после того, как перестанет быть живым. Тогда эта система приходит в равновесное состояние. Живые же системы, какой и является организм человека, всю свою жизнь борются с равновесием, они выполняют постоянную работу против равновесия. Эту работу организм выполняет за счет своей свободной энергии.

Почему организм вынужден непрерывно выполнять эту работу? Природа устроена так, что с течением времени при отсутствии внешних воздействий каждая система постепенно стремится к со-

стоянию равновесия. Но живой организм этого позволить не может, потому что это означало бы прекращение обмена веществ, размножения, роста, мутационной изменчивости, то есть живому организму, если бы он подчинялся физическим и химическим законам безоговорочно, пришлось бы поплатиться самым дорогим — своей жизнью. Но просто отказаться подчиняться законам физики он не может. Он может только в рамках этих законов бороться с наступлением равновесия. Пока это ему удается — он живет. Когда он уже это делать не может, он перестает быть живым и превращается в равновесную систему.

Такая ситуация возможна только в случае сложной системы, очень хорошо слаженной, когда имеются не только прямые, но и обратные связи. Такое направленное сопротивление наступлению равновесного состояния возможно только в живых системах. Ведь для работы против равновесия необходимо расходовать энергию, которую организм должен где-то брать. Брать он ее может только из внешней среды. Таким образом, организм может существовать и функционировать только при условии постоянного притока энергии извне. Поэтому принципиально неправильно рассматривать живой организм в отрыве от внешней среды, без учета обменных процессов между организмом и внешней средой.

Таким образом, живая система, какой является человеческий организм, строит всю свою работу, включая перечисленные выше функции (обмен веществ, размножение, рост, наследственность, мутационную изменчивость и возбудимость), так, чтобы оптимально устоять против сил, толкающих его к равновесному состоянию.

Мы сказали "оптимально устоять" не случайно. Дело в том, что здоровый организм всегда без исключения работает сбалансированно, в оптимальном режиме, с минимальными затратами. В нем реализуется такое положение, к которому мы все время стремимся в технике, но практически никогда его не достигаем. Эта оптимальность здорового человеческого организма достигается очень четко слаженными действиями всех систем, органов и даже клеток организма.

Главное для живой системы (организма человека) — это механизмы связи ее с внешней средой, из которой она черпает необходимую энергию, только благодаря которой она отвоевывает себе ежеминутно право оставаться живой. Устройства, которые осуществляют эту связь, должны быть очень совершенны, то есть очень чувствительны к слабым сигналам внешней среды, с одной стороны, и достаточно энергоемки — с другой. Это нужно для того, чтобы обеспечить оптимальные действия системы в ответ на этот слабый внешний сигнал. Сделать это очень непросто. Здесь имеются своего рода ножницы, а именно: очень слабый внешний сигнал

должен породить реакцию организма, в которой реализуется энергия, в миллионы раз большая, чем энергия сигнала. Мы встречаемся с такими условиями и в жизни. Это и рычаг, и домкрат, и усилитель, используемый в радиоприемниках. Поэтому мы можем сказать, что совершенные устройства, обеспечивающие обмен информацией между живой системой и внешней средой, должны обязательно содержать усилители, которые естественно назвать биологическими, так как речь идет о биологических системах. То, что такие усилители биологической системе жизненно необходимы, понять очень легко. Если бы они отсутствовали, то живой организм мог бы ответить на внешний сигнал только с такой же энергией, которая содержится в этом сигнале. Например, человек, увидевший вспышку света, свидетельствующую о предстоящем взрыве всего города, не смог бы практически ничего предпринять для спасения себя и города. Для этого ему было бы отпущено слишком мало энергии. В лучшем случае ее хватило бы на то, чтобы зажмурить глаза. Ясно, что системы без биологических усилителей не могли бы не только эволюционизировать, но и вообще существовать в реальных условиях. А реальные условия — это условия, непрерывно изменяющиеся. Они изменяются непрерывно в течение времени суток, в течение месяца, года и т. д. Условия в окружающей человека среде меняются по многим причинам: потому что Земля вращается вокруг своей оси, потому что Земля движется по своей орбите вокруг Солнца, потому что с разными периодами (11, 22, 90, 600 лет и т. д.) изменяется активность Солнца, потому что меняется взаимное расположение планет, а также их спутников (Луны) и возникают на Земле гравитационные аномалии, и еще много раз "потому что".

Значит, человеческому организму как живой системе надо иметь не просто биологические усилители, а самые совершенные биологические усилители. И он за весь период своей эволюции такие усилители создал. Он достиг верхнего предела чувствительности. Наша техника, измерительные приборы только сейчас (и не везде) подходят к этому порогу.

Так, человеческий организм способен зарегистрировать самую малую порцию света. Как известно, такая порция называется квантом. Так вот, чувствительность человеческого организма такова, что он чувствует, регистрирует световой сигнал в один квант. Меньшей порции света, меньшего светового сигнала в природе не бывает. Созданная человеком аппаратура еще очень недавно таких измерений проводить не могла. То же самое можно сказать и о воздействии на организм химических веществ. Человеческий организм преуспел и здесь. Его регистрирующая система, обеспечивающая прием сигналов из внешней среды, достигла возможного предела: он

чувствует одну-единственную молекулу химического вещества, пришедшего в соприкосновение с рецепторами организма. Как известно, меньшей порции данного химического вещества, чем молекула, нет. Ведь если молекулу разорвать на атомы, то образуется химическое вещество с другими свойствами, то есть новое химическое вещество. Приведенные два факта о чувствительности рецепторной системы человеческого организма говорят о том, что организм человека способен принимать самые слабые (предельно слабые) сигналы из внешней среды. Затем идет сортировка принятых сигналов по их важности. В зависимости от их характеристик организм по-разному на них реагирует.

Что это за характеристики сигналов? Это самые разные характеристики воздействующих на организм сигналов. Ведь, кроме света и химических веществ, о которых говорилось выше, на организм действуют и другие факторы, такие, как тепло (или холод), цветовой сигнал, механическое воздействие. Для регистрации всех этих воздействий, внешних сигналов организм располагает специальными регистраторами (рецепторами), которые столь же совершенны, как и фоторецепторы. Дело в том, что к настоящему времени достаточно хорошо изучено устройство только фоторецепторов, хеморецепторов, терморецепторов.

Влияние космических факторов на организм человека осуществляется разными путями, часто очень опосредованно, например, и через указанные выше рецепторы. Но имеется и прямое воздействие, которое осуществляется через электромагнитные колебания. Это могут быть колебания (вариации) магнитного поля Земли, которые вызываются изменением условий в космосе (прежде всего на Солнце), это могут быть и различные электромагнитные волны, которые зарождаются на самом Солнце, в межпланетном и околоземном пространстве, внутри магнитосферы Земли и даже вблизи земной поверхности.

Только недавно была создана аппаратура такой чувствительности, что стало возможным зарегистрировать те электромагнитные колебания, которые излучают наши органы: сердце, печень, мозг и др. Нам еще предстоит существенно повысить чувствительность своей аппаратуры для того, чтобы до конца понять, как устроены рецепторы человека, регистрирующие электромагнитное излучение, и как организм использует электромагнитное излучение для организации синхронной работы своих систем и органов. Таким образом, познание электромагнитной природы человека сильно отстало от познания других его сторон. Это, собственно, неудивительно. Ведь о самом существовании электромагнитных волн еще сто лет назад мы и не подозревали, тогда как о воздействии света человек знал с самого начала своего существования.

Для того, чтобы понять, как регистрируются электрические, магнитные и электромагнитные сигналы человеческим организмом и как впоследствии организм реагирует на них, надо рассмотреть его электрические и магнитные свойства.

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ОРГАНИЗМ – СИСТЕМА ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ

Нервная система

Следует начать рассмотрение с клетки. Она не только представляет собой самостоятельную хозяйственную единицу практически со всеми функциями живого организма, но и является началом начал. В первой, единственной пока клетке, из которой впоследствии должен развиться организм, заложена вся информация как о ходе этого строительства, так и о свойствах будущего организма. Более того, в самое последнее время ученые на основании электромагнитных исследований приходят к выводу, что практически все об организме можно узнать, изучая исключительно только клетку.

Так что же представляет собой клетка живого организма? Клетка окружена мембраной, функции клеточных мембран очень серьезные, от них в организме зависит очень многое. В настоящее время сформировалась целая наука, которая изучает мембраны клеток, — мембранология. Внутри клетки находится ядро. В клетке имеются колонии, окруженные двойной мембраной, которые называются лизосомами. Если лизосомы выберутся за пределы своей колонии, то они начнут разрушать все попадающиеся им на пути вещества, из которых состоит клетка. Через короткое время они способны уничтожить и саму клетку.

Зачем же клетке нужны лизосомы, которые содержатся в специальных изоляторах за двойной мембраной? Они нужны на тот случай, если понадобится убрать ненужные разлагающиеся вещества в клетке. Тогда они по команде из ядра делают это. Часто эти пузырьки в клетке называют мусорщиками. Но если по какой-либо причине мембрана, которая их сдерживает, будет разрушена, эти мусорщики могут превратиться в могильщиков всей клетки. Забегая вперед, скажем, что таким разрушителем мембран может быть меняющееся магнитное поле во время магнитных бурь. Когда под его действием мембраны клеток разрушаются, лизосомы обретают свободу и делают свое черное дело. Име-

ются и другие факторы, способные разрушить эти мембраны, но их мы рассматривать здесь не будем.

В ядре клетки, которое занимает примерно третью часть всей клетки, размещен весь "управленческий аппарат". Это прежде всего знаменитая ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота). Она предназначена для хранения и передачи информации при делении клетки. Ядро содержит и значительное количество основных белков — гистонов, и немного РНК (рибонуклеиновой кислоты).

Клетки работают, строят, размножаются. Это требует энергии. Клетка сама же и вырабатывает нужную ей энергию. В клетке имеются энергетические станции. Они занимают площадь в 50—100 раз меньшую, чем площадь ядра клетки. Энергетические станции также обнесены двойной мембраной. Она предназначена не только для ограничения станции, но и является ее составной частью. Поэтому конструкция стенок отвечает технологическому процессу получения энергии.

Энергию клетки вырабатывают в системе клеточного дыхания. Она выделяется в результате расщепления глюкозы, жирных кислот и аминокислот. Но самым главным поставщиком энергии в клетке является глюкоза. Процесс превращения глюкозы в углекислоту, при котором выделяется энергия, идет с участием электрически заряженных частиц — ионов. Этот процесс называется биологическим окислением. Можно сказать, что энергия в клетке производится по электрической технологии. Поясним, что собой представляет частица ион.

Любой атом или молекула является электрически нейтральной частицей. Каждый атом имеет такой же по величине положительный электрический заряд (он расположен в ядре атома), как и отрицательный. Последний несут на себе электроны, вращающиеся вокруг ядра. Пока положительные заряды скомпенсированы отрицательными — атом является электрически нейтральным. Если от атома оторван один (или больше) электрон, то в нем преобладают положительные заряды ядра. Говорят, что атом при этом превратился в положительно заряженный ион. Атом становится отрицательным ионом в том случае, если к нему "прилипнет" лишний электрон. То же самое относится и к молекулам, то есть имеются положительные и отрицательные молекулярные ионы. В организме человека имеются как разные (положительные и отрицательные) ионы, так и электроны.

В процессе биологического окисления участвуют не только ионы (имеющие электрический заряд), но и электроны (имеющие отрицательный электрический заряд). Этот процесс на своем последнем этапе образует молекулы воды. Если же по какой-то причине на этом заключительном этапе не окажется атомов кислорода, то ко-

нечный продукт — вода — образоваться не сможет. Водород, предназначенный для образования воды, останется свободным и будет накапливаться в виде электрически заряженных ионов. Тогда дальнейшее протекание процесса биологического окисления, то есть процесса образования энергии, прекратится. Прекратится работа электрической станции и наступит энергетический кризис.

Очень интересно, что для удобства потребления энергия в клетке вырабатывается малыми порциями. Процесс окисления глюкозы включает в общей сложности до 30 реакций. При протекании каждой из этих реакций выделяется небольшое количество энергии. Такая "расфасовка" очень удобна для использования энергии. Клетка при этом имеет возможность наиболее рационально использовать освобождающуюся малыми порциями энергию на текущие нужды, а избыток запасенной энергии откладывается клеткой в виде АТФ (аденозинтрифосфорной кислоты). Энергия, запасенная клеткой в виде АТФ, — это своего рода неприкосновенный запас (НЗ).

АТФ — сложное соединение, в молекулу которого входят три остатка фосфорной кислоты. На присоединение каждого из остатков затрачивается энергия в количестве около 800 кал. Этот процесс называется фосфорилированием. Эта энергия может быть взята обратно (востребована) из АТФ. Для этого АТФ надо разложить на два других вещества: АДФ (аденозиндифосфат) и неорганический фосфат. Аналогично при расщеплении сложных атомных ядер выделяется энергия. Конечно, эта аналогия не полная, так как расщепление (гидролиз) молекул АТФ оставляет неизменными атомные ядра. Расщепление АТФ происходит в присутствии специального вещества — фермента. В этом случае, то есть при расщеплении АТФ, ферментом является аденозинтрифосфаза (АТФаза). Это вещество бывает различных видов и встречается повсеместно, где протекают реакции с потреблением энергии.

АТФ является универсальной формой хранения энергии. Его используют все клетки не только животных (в том числе и человека), но и клетки растений.

АТФ образуется в процессе биологического окисления из тех же веществ, на которые он расщепляется при обратном процессе — фосфорилировании, а именно: неорганического фосфата и АДФ. Поэтому, для того чтобы протекал процесс биологического окисления, необходимо наличие на всех стадиях этого процесса АДФ и неорганического фосфата. Но эти вещества по мере протекания процесса окисления непрерывно расходуются, поскольку из них образуется запас энергии в виде АТФ.

Процесс окислительного фосфорилирования протекает одновременно с процессом биологического окисления. Оба эти процесса тесно связаны между собой и протекают благодаря участию элек-

трически заряженных частиц (ионов и электронов). С этими электрическими процессами связана вся технология получения энергии в клетках. Четкая, сбалансированная сопряженность этих процессов является залогом существования и нормального функционирования клетки. Но если по каким-либо причинам в клетке создаются такие условия, что процесс биологического окисления может протекать независимо от процесса фосфорилирования, то нормальное функционирование и существование клетки становится невозможным. Дело в том, что процесс производства энергии при этом оказывается никак не связанным с процессом ее потребления. Поскольку магнитное поле оказывает влияние на заряженные частицы (ионы и электроны), участвующие в этих процессах, то тем самым оно может влиять и на ход самого процесса образования энергии внутри клетки.

Вторым жизненно важным вопросом для клетки является вопрос ее общения с внешним миром, то есть регулирование входа в клетку и выхода из нее через мембрану, окружающую клетку. И этот вопрос решен с использованием технологии, созданной на электрической основе. Другими словами, вход в клетку и выход из нее регулируются электричеством. Этот вопрос исключительно важен в смысле влияния космических факторов на здоровье человека. Чтобы заострить внимание читателя на этом вопросе, скажем здесь, забегая вперед, что под действием космических факторов происходит изменение в пропускной системе через мембраны клеток, то есть меняется проницаемость биологических мембран. То, что такие незапланированные изменения режима входа в клетку и выхода из нее происходят в периоды магнитных бурь, не может не сказаться на нормальной работе клетки, а значит, и на работе всего организма. Легко понять, что если из клетки из-за увеличения проницаемости мембраны вышли хотя бы частично нужные клетке вещества, то ничего хорошего в этом нет.

Мембрана клетки построена в два слоя из молекул фосфолипида. Образованная тонкая пленка находится в постоянном движении. К этой стенке с обеих сторон (изнутри и снаружи) примыкают белковые молекулы. Можно сказать, что стенка из молекул фосфолипидов выстлана молекулами белков, которые не упакованы плотно, а составляют сравнительно редкий узор (кружева). Этот узор имеет одинаковую форму у всех клеток однородной ткани, скажем ткани печени. Клетки почек имеют другой узор, клетки сердца — третий и т. д. По этой причине разнородные клетки не слипаются между собой. В каждом из таких узоров имеются пустоты, дырочки, поры. Через эти поры, проходы в узорах, могут проникать в клетку крупные молекулы, способные растворяться в жирах, из которых состоит мембрана.

Белки вырабатываются внутри клетки. Поэтому снаружи клетки они имеются в том случае, если в самой мембране (а не в узоре из белка) имеются проходы. Через эти проходы в мембране молекулы белка пробираются наружу. Эти проходы очень маленькие, но размер их не произволен. Он подобран точно таким, что соответствует размеру атомов и молекул, которые надо выпустить из клетки наружу. Эти проходы, или, как их называют, поры, служат для вывода из клетки ненужных молекул и ионов. Эти поры напоминают туннели: длина их в 10 раз больше их ширины. В мембране клетки таких проходов мало, у некоторых клеток они занимают по площади только одну миллионную часть всей поверхности мембраны. Эти проходы устроены таким образом, что они способны пропускать одни молекулы и ионы и задерживать другие. Паролем при проходе служит размер молекул и ионов, а для ионов также их электрический заряд. Дело в том, что сама мембрана находится под электрическим напряжением, как будто к ней подключена электрическая батарейка минусом на внутреннюю сторону мембраны, а плюсом — на ее внешнюю, наружную сторону. Что собой представляет эта электрическая батарейка? Она создается электрическими зарядами, которые несут на себе ионы калия и ионы натрия, растворенные в воде и находящиеся по обе стороны мембраны. Если в любом месте раствора имеется одинаковое количество положительных и отрицательных электрических зарядов, то суммарный электрический заряд в этом месте (объеме) равен нулю. Электрический потенциал в этом случае также равен нулю, то есть батарейка оказывается не заряженной. Для того чтобы она зарядилась, надо в одном месте собрать больше положительно заряженных частиц (ионов), а в другом больше отрицательно заряженных частиц. Эти места и будут не что иное, как полюсы батарейки — плюс и минус. Как же создается и функционирует эта батарейка в клетке?

Внутри клетки содержатся в водном растворе в основном ионы калия, а вне ее — ионы натрия. Однако внутри клетки наряду с ионами калия имеются (в меньшем количестве) и ионы натрия, поскольку те и другие проходят через мембрану клетки. Но поскольку ионы калия гораздо меньше ионов натрия, то они проходят через проходы в мембране наружу легче, чем ионы натрия, которые проходят через мембрану извне клетки внутрь. Внутри клетки остается столько же отрицательных зарядов, сколько ионов калия скопилось на наружной стороне мембраны. Поэтому в мембране (поперек ее) создается электрическое поле. Оно возникает в результате разности концентраций калия внутри и вне клетки. Это электрическое поле поддерживает разность потенциалов, которая не меняется с перемещением ионов натрия, так как проницаемость мембраны для них ничтожно мала. Возникшее таким путем электричес-

кое поле увеличивает поток ионов калия внутрь клетки и уменьшает их поток наружу. Когда внутрь клетки будет входить столько же ионов калия, сколько их выходит наружу, наступит динамическое равновесие. При этом на наружной стороне мембраны имеется плюс, а на внутренней — минус.

Таким образом, не только технология образования энергии в клетке, но и регулировка ее общения с внешним миром происходит благодаря действию электрического потенциала, создаваемого движением и определенным распределением электрических зарядов.

Нелишне здесь описать, как клетка реагирует на раздражающий сигнал извне. Так, если на клетку в результате внешнего раздражения поступает импульс электрического тока (то есть биотока), то мембрана на непродолжительное время увеличивает свою проницаемость для ионов натрия. Они получают возможность проходить через мембрану. До этого во внеклеточном пространстве ионов натрия было примерно в 100 раз больше, чем ионов калия. При увеличении проницаемости мембраны клетки ионы натрия устремляются внутрь клетки. Так как их электрический заряд положительный и внутри клетки их становится большинство, то на внутренней стенке мембраны вместо минуса (который создавали отрицательные ионы калия) образуется плюс за счет ионов натрия. Происходит переполюсовка электрической батарейки, электроды которой подключены к внешней и внутренней сторонам мембраны клетки. Через некоторое время после прекращения действия на клетку внешнего раздражителя увеличивается проницаемость мембраны для ионов калия, а условия прохода ионов натрия через мембрану ухудшаются. Поэтому восстанавливается такое же положение, какое было до действия раздражителя, а именно: к внутренней стороне мембраны приложен минус, а к наружной — плюс. Таким положение остается до начала действия следующего раздражителя.

Главный для нас вывод из всего вышесказанного состоит в том, что проходы в мембранах, через которые идет обмен клетки с внешним миром, изменяются под действием электрических (биологических) токов, и они по-разному пропускают ионы в зависимости от величины этих токов.

Внешнее магнитное поле может действовать на электрические токи и на движение зарядов (ионов). Значит, оно способно влиять на процесс общения клетки с внешним миром. Оно может нарушать этот процесс, а значит, и условия функционирования и даже существования клетки.

В ответ на внешний раздражитель клетка моментально переключает полюса своей электрической батареи. Это приведет к возникновению электрического импульса. Зачем клетке этот импульс?

Чтобы предупредить центральную нервную систему о внешнем раздражителе. Но импульс должен дойти до того места, где его зарегистрируют. Для этого должен быть проводник, способный проводить электрические сигналы. Он в организме тоже есть. Это нерв. Таким образом, мы уже встретили в человеческом организме электростанции (точнее, электрохимические генераторы), батареи, обеспечивающие определенный электрический потенциал, а теперь нам предстоит ознакомиться с проводниками электрического тока в организме человека — нервами, которые вместе составляют нервную систему. Как они устроены?

Проводящий электрические импульсы проводник сконструирован из клеток, которые вытянуты в виде проводов. Каждая такая нервная клетка называется нейроном. Она имеет определенную структуру — состоит из тела и отростков, наподобие ствола дерева с отростками. Это нужно для того, чтобы успешно собирать информацию с помощью электрических импульсов с как можно большего пространства, с определенной части организма. Множество исходящих из тела клетки-нейрона отростков являются короткими. Они называются дендритами ("дендро" — дерево). Один из отростков, как правило, имеет большую длину и называется аксоном. Аксон заполнен студенистой жидкостью, которая постоянно создается в клетке и медленно перемещается по аксону-волокну. От основного ствола аксона отходит множество боковых нитей, которые вместе с нитями соседних нейронов образуют сложные сети. Эти нити выполняют функции связи, как и дендриты. По ним текут электрические токи. Аксоны не располагаются по отдельности, сами по себе. Близлежащие аксоны, направленные в одну сторону, собраны вместе в жгуты, которые называют волокнами. Точно так же проводки, собранные вместе и покрытые общей изоляцией, образуют электрический кабель.

Таким образом, мы обнаруживаем в организме не только проводники электрического тока, но и многожильные кабели. Главное условие, которое предъявляется к проводнику (а значит, и к кабелю), предназначенному для передачи по нему электроэнергии, — это его небольшое сопротивление электрическому току. Если это сопротивление будет очень большим, то электрический сигнал не сможет дойти до места назначения. Его энергия по пути будет израсходована на преодоление этого сопротивления и в конце концов превратится в тепло.

Электрические же импульсы в организме человека приходится передавать на большие (по этим масштабам) расстояния. Так, например, аксоны двигательных клеток коры головного мозга имеют длину около 1 м. Скорость распространения электрического тока по нервному волокну зависит от поперечного сечения проводника

(волокна), а также от оболочки волокна (оплетки кабеля). Чем тоньше нервное волокно, тем скорость распространения по нему электрического импульса меньше. Это свойство волокон организм использует для решения очень непростой проблемы, которая перед ним возникает. Проблема состоит в том, что распоряжения из центра управления организмом должны достигать любой его точки строго одновременно. Ведь только так организм может выполнять любую команду из центра как единое целое, то есть все его органы начнут действовать одновременно. Но так как расстояния до центра различные, то выход может быть только в одном: надо, чтобы гонцы бежали с разной скоростью с таким расчетом, чтобы все достигли своих конечных пунктов одновременно. Так в организме все и сконструировано. Те волокна, по которым электрическому импульсу надо бежать дальше всего, сделаны более толстыми, поэтому по ним импульс бежит быстрее. Но обратите внимание, эти толщины (а значит, и скорости) строго-настрого выверены. Они не могут быть ни меньше, ни больше нужной величины. В противном случае работа организма будет разбалансирована.

Для различных целей организм использует кабели-волокна, имеющие различные свойства, то есть различные типы кабелей. Так, для обеспечения быстрой двигательной реакции, для обеспечения организму немедленного приспособления нужны высокоскоростные кабели-волокна, по которым электрические сигналы распространяются со скоростями в пределах 50—140 м/с. Поперечный размер этих нервных волокон составляет 16—20 миллионных долей метра (микрометров, сокращенно мкм). Такими являются волокна соматических нервов. Снаружи они покрыты изоляцией из миелина — миелиновой оболочкой. Это тип А.

Кроме этого типа нервных волокон в организме имеются и менее быстрые, а значит, и менее толстые волокна. Это волокна типа В. Поперечник их находится в пределах 5—12 мкм, они обеспечивают скорость распространения электрических импульсов в пределах 10—35 м/с. Эти волокна также имеют внешнюю изоляцию из миелина. Они предназначены для тех магистралей связи в организме, где надо обеспечить чувствительную иннервацию внутренних органов. Эти нервные волокна специалисты называют висцеральными.

В организме имеются и еще более тонкие волокна, скорость распространения по которым электрических сигналов еще меньше. Поперечник их составляет всего около 2 мкм, электрические сигналы по ним распространяются со скоростью всего 0,6—2 м/с. Собственно, это не кабели, а голые провода без изоляции. Их относят к типу С. Эти нервные волокна-провода связывают нервные клетки симпатических ганглиев с внутренними органами, сосудами, сердцем.

Хотя мы и сравнивали нервные волокна с кабелями и проводами, но на самом деле они намного совершеннее кабелей. Они устроены специальным образом так, чтобы оптимально обеспечить распространение электромагнитных импульсов. Изучать их устройство было непросто. Недаром за исследование работы нейронов ученым была присуждена Нобелевская премия. Рассмотрим кратко, как работает нейрон.

Миелиновая оболочка вокруг нервного волокна является не просто изоляцией. Она выполняет и более сложные функции. Образована она специальными клетками так, что они многократно обвиваются вокруг нервного волокна и образуют своего рода муфту. В этих местах, где находится муфта, содержимое из клетки выдавливается. Соседний участок нервного волокна (аксона) изолируется тем же способом, но уже другой клеткой, поэтому миелиновая оболочка систематически прерывается. Таким образом, между соседними муфтами сам аксон не имеет изоляции и его мембрана контактирует с внешней средой. Эти участки между муфтами получили название перехватов Ранвье (по имени исследовавшего их ученого). Эти перехваты играют исключительно важную роль в процессе распространения электрических импульсов.

Проследим механизм распространения нервного электрического импульса. Нервный импульс входит внутрь нервного волокна в возбужденном перехвате Ранвье и выходит из волокна через невозбужденный перехват. Если же выходящий ток превышает некоторую минимальную (пороговую) величину, то перехват под действием этого тока возбуждается и посылает новый электрический импульс по волокну. Таким образом, перехваты Ранвье являются генераторами импульсов электрического тока. Они играют роль промежуточных усилительных станций (ретрансляторов). Каждый следующий генератор возбуждается импульсом тока, который распространяется от предыдущего перехвата и посылает новый импульс дальше.

Перехваты Ранвье значительно ускоряют распространение нервных импульсов. В тех же нервных волокнах, которые не имеют миелиновой оболочки, распространение нервного импульса происходит медленнее из-за высокого сопротивления электрическому току.

Из всего сказанного выше ясно, что движущие силы нервного электрического импульса обеспечиваются разностью концентраций ионов. Электрический ток генерируется за счет избирательного и последовательного изменения проницаемости мембран для ионов натрия и калия, а также вследствие энергетических процессов.

Заметим еще одно обстоятельство. Клетки возбуждаются только в среде, в которой присутствуют ионы кальция. Величина не-

рвного электрического импульса и особенно величина прохода (поры) в мембране зависят от концентрации ионов кальция. Чем меньше ионов кальция, тем меньше порог возбуждения. И когда в среде, окружающей клетку, кальция совсем мало, то генерацию электрических импульсов начинают вызывать незначительные изменения напряжения на мембране, которые могут возникать в результате теплового шума. Это, конечно, не может считаться нормальным.

Если ионы кальция полностью удалить из раствора, то способность нервного волокна к возбуждению теряется. При этом концентрация калия не меняется. Следовательно, ионы кальция обеспечивают мембране избирательную проницаемость для ионов натрия и ионов калия. Это происходит таким образом, что ионы кальция закрывают поры для ионов натрия. При этом маленькие ионы калия проходят через другие поры или проникают возле ионов кальция (между створками ворот). Чем больше ионов кальция, тем больше закрытых (закупоренных) для натрия пор и тем выше порог возбуждения.

Нервная система состоит из вегетативного отдела (который подразделяется на симпатический и парасимпатический) и соматического отдела. Последний подразделяется на периферический (нервные рецепторы и нервы) и центральный (головной и спинной мозг).

Головной мозг анатомически разделяется на пять разделов — передний мозг с полушариями большого мозга, промежуточный мозг, средний мозг, мозжечок и продолговатый мозг с варолиевым мостом. Наиболее важным отделом центральной нервной системы является передний мозг с полушариями большого мозга. Слой серого вещества, покрывающий полушария головного мозга, состоит из клеток и образует кору — самую сложную и совершенную часть головного мозга.

В толще головного мозга также имеются скопления нервных клеток, называемых подкорковыми центрами. Их деятельность связана с отдельными функциями нашего организма. Белое вещество ткани мозга состоит из густой сети нервных волокон, которые объединяют и связывают различные центры, а также из нервных путей, которые выходят из клеток коры и входят в нее.

Кора больших полушарий мозга связана нервными путями со всеми нижележащими отделами центральной нервной системы, а через них и со всеми органами. Поступающие с периферии импульсы доходят до той или иной точки коры головного мозга. В коре происходит оценка информации, поступающей с периферии по различным путям, ее сопоставление с предшествующим опытом, принимаются решения, диктуются действия.

Электрические (нервные) импульсы, возникающие в результате внешних воздействий, передаются по чувствительным проводникам в составе соматических нервов в спинной мозг, который представляет собой главный кабель организма. По восходящим путям спинного мозга нервное возбуждение поступает в головной мозг, а по нисходящим следуют команды на периферию. Двигательные нервные проводники, как правило, достигают органов в составе тех же соматических нервов, по которым идут чувствительные проводники. Во внутренней части спинного мозга сгруппированы многочисленные тела нервных клеток, которые образуют похожее на бабочку (в поперечном разрезе) серое вещество. Вокруг него и располагаются лучи и канатики, составляющие мощную систему восходящих и нисходящих проводящих путей.

Пути, по которым идут указания из центра на периферию, идут не только по соматическим нервам, но и по симпатическим и парасимпатическим нервам. При этом симпатические нервные клетки, аксоны которых формируют эти нервы, сгруппированы в симпатических узлах (ганглиях), которые располагаются вдоль позвоночника с двух сторон в виде цепочек. Парасимпатические нейроны образуют узлы уже в самих иннервируемых ими органах или вблизи них (кишечник, сердце и т. д.).

Таламус (зрительный бугор) является главным информационным центром головного мозга. Он связан со всеми другими отделами мозга и с корой больших полушарий. Таламус — наиболее массивное и сложное подкорковое образование больших полушарий, куда поступает множество импульсов. Здесь они как бы фильтруются, и в кору мозга поступает только небольшая их часть. На большинство импульсов ответ дает сам таламус, причем нередко через расположенные под ним центры, называемые гипоталамусом, или подбугорьем. В гипоталамусе сконцентрировано более 150 нервных ядер, имеющих многочисленные связи как с корой больших полушарий, так и с другими отделами головного мозга. Это позволяет гипоталамусу играть ключевую роль в регуляции основных процессов жизнедеятельности и поддержании необходимых условий существования.

В гипоталамусе происходит переключение нервных импульсов на эндокринно-гуморальные механизмы регуляции. Так проявляется тесная связь нервной и эндокринно-гуморальной регуляции.

Как отдельная клетка, так и вся нервная система управляются с помощью электрических процессов. В них текут электрические токи, имеются электрические потенциалы, электрически заряженные частицы. Даже поверхностное знакомство с электричеством в рамках программы средней школы позволяет понять, что на такую электрическую систему обязаны влиять электрические и магнитные поля, электромагнитные колебания.

Электропроводность живого организма

Выдающийся американский ученый Сент-Дьердьи писал, что жизнь представляет собой непрерывный процесс поглощения, преобразования и перемещения энергии различных видов и различных значений. Этот процесс самым непосредственным образом связан с электрическими свойствами живого вещества, а конкретнее с его способностью проводить электрический ток (электропроводностью).

Электрический ток — это упорядоченное движение электрических зарядов. Носителями электрических зарядов могут быть электроны (заряжены отрицательно), ионы (как положительные, так и отрицательные) и дырки. О дырочной проводимости стало известно не очень давно, когда были открыты материалы, которые получили название полупроводников. До этого все вещества (материалы) делили на проводники и изоляторы. Затем были открыты полупроводники. Это открытие оказалось впрямую связанным с пониманием процессов, протекающих в живом организме. Оказалось, что многие процессы в живом организме могут быть объяснены благодаря применению электронной теории полупроводников. Аналогом молекулы полупроводника является макромолекула живого. Но явления, происходящие в ней, значительно сложнее. Прежде чем рассмотреть эти явления, напомним основные принципы работы полупроводников.

Электронная проводимость осуществляется электронами. Она реализуется в металлах и газах, где электроны имеют возможность двигаться под действием внешних причин (электрического поля). Это имеет место в верхних слоях земной атмосферы — ионосфере.

Ионная проводимость реализуется движениями ионов. Она имеет место в жидких электролитах. Дырочная проводимость возникает в результате разрыва валентной связи. При этом появляется вакантное место с отсутствующей связью. Там, где отсутствуют электронные связи, образуется пустота, ничто, дырка. Так в кристалле полупроводника возникает дополнительная возможность для переноса электрических зарядов потому, что образуются дырки. Эта проводимость получила название дырочной. Так, полупроводники обладают и электронной и дырочной проводимостью.

Изучение свойств полупроводников показало, что эти вещества сближают живую и неживую природу. Что в них напоминает свойства живого? Они очень чувствительны к действию внешних факторов, под их влиянием изменяют свои электрофизические свойства. Так, при повышении температуры электрическая проводимость неорганических и органических полупроводников очень сильно уве-

личивается. У металлов в этом случае она уменьшается. На проводимость полупроводников оказывает влияние свет. Под его действием на полупроводнике возникает электрическое напряжение. Значит, происходит превращение энергии света в энергию электрическую (солнечные батареи). Полупроводники реагируют не только на свет, но и на проникающую радиацию (в том числе и на рентгеновские излучения). На свойства полупроводников влияют давление, влажность, химический состав воздуха и т. д. Аналогичным образом мы реагируем на изменение условий во внешнем мире. Под действием внешних факторов меняются биопотенциалы тактильных, вкусовых, слуховых, зрительных анализаторов.

Дырки являются носителями положительного электрического заряда. Когда объединяются электроны и дырки (рекомбинируют), то заряды исчезают, а точнее, нейтрализуют друг друга. Ситуация меняется в зависимости от действия внешних факторов, например температуры. Когда валентная зона целиком заполнена электронами, вещество является изолятором. Таков полупроводник при температуре -273 °С (нулевая температура по Кельвину). В полупроводниках действуют два конкурирующих процесса: объединение (рекомбинация) электронов и дырок и их генерации за счет термического возбуждения. Электропроводность полупроводников определяется соотношением между этими процессами.

Электрический ток зависит от количества переносимых зарядов и от скорости этого переноса. В металлах, где проводимость является электронной, скорость переноса невелика. Эту скорость называют подвижностью. Подвижность зарядов (дырок) в полупроводниках значительно больше, чем в металлах (проводниках). Поэтому у них даже при относительно малом числе носителей зарядов проводимость может быть существенной.

Полупроводники можно образовать и другим способом. В вещество можно внести атомы других элементов, у которых уровни энергии расположены в запрещенной зоне. Эти внесенные атомы являются примесями. Так можно получить вещество — полупроводник с примесной проводимостью. Проводники с примесной проводимостью широко используются как преобразователи первичной информации, поскольку их проводимость зависит от многих внешних факторов (температуры, интенсивности и частоты проникающего излучения).

В организме человека имеются вещества, которые обладают примесной проводимостью. Одни примесные вещества при их введении в кристаллическую решетку поставляют электроны в зону проводимости. Поэтому их называют донорами. Другие примеси захватывают электроны из валентной зоны, то есть образуют дырки. Их называют акцепторами.

В настоящее время установлено, что в живом веществе имеются атомы и молекулы как доноры, так и акцепторы. Но живое вещество обладает и такими свойствами, которых нет у органических и неорганических полупроводников. Это свойство — очень малые значения энергии связи. Так, для гигантских биологических молекул энергия связи составляет всего несколько электронвольт, тогда как энергия связи в растворах или жидких кристаллах находится в пределах 20—30 эВ.

Это свойство очень принципиально, поскольку позволяет обеспечить высокую чувствительность. Проводимость осуществляется электронами, которые переходят от одной молекулы к другой благодаря туннельному эффекту. В белковых и других биологических объектах очень высокая проводимость зарядоносителей. В системе углеродно-кислотных и водородно-азотных связей электрон (возбужденный) благодаря туннельному эффекту перемещается по всей системе белковой молекулы. Поскольку подвижность таких электронов очень высокая, это обеспечивает высокую проводимость белковой системы.

В живом организме реализуется и ионная проводимость. Образованию и разделению ионов в живом веществе способствует наличие воды в белковой системе. От него зависит диэлектрическая постоянная белковой системы. Носителями зарядов в этом случае являются ионы водорода — протоны. Только в живом организме все виды проводимости (электронная, дырочная, ионная) реализуются одновременно. Соотношение между разными проводимостями меняется в зависимости от количества воды в белковой системе. Чем меньше воды, тем меньше ионная проводимость. Если белки высушены (воды в них нет), то проводимость осуществляют электроны.

Вообще, влияние воды не только в том, что она является источником ионов водорода (протонов) и таким образом обеспечивает возможность ионной проводимости. Вода играет более сложную роль в изменении общей проводимости. Дело в том, что вода является примесью-донором. Она поставляет электроны (каждый атом водорода разрывается на ядро, то есть протон и один орбитальный электрон). В результате электроны заполняют дырки, поэтому уменьшается дырочная проводимость. Она уменьшается в миллион раз. В дальнейшем эти электроны передаются белкам, и положение восстанавливается, но не полностью. Общая проводимость после этого все же остается в 10 раз меньше, чем до добавления воды.

Можно добавить к белковым системам не только донор (воду), но и акцептор, который приводил бы к увеличению числа дырок. Установлено, что таким акцептором является, в частности, хлора-

нил — вещество, содержащее хлор. В результате дырочная проводимость увеличивается настолько, что общая проводимость белковой системы растет в миллион раз.

Нуклеиновые кислоты также играют важную роль в живом организме, несмотря на то, что их структура, водородные связи и т. д. отличаются от таковых у биологических систем. Имеются вещества (небиологические) с принципиально подобными электрофизическими свойствами. В частности, таким веществом является графит. Энергия связи у них так же, как и у белков, мала, а удельная проводимость велика, хотя и на несколько порядков меньше, чем у белков. Подвижность электроносителей, от которой зависит проводимость, у аминокислот меньше, чем у белков.

Но аминокислоты в составе живого организма обладают и свойствами, которыми белки не обладают. Это очень важные свойства. Благодаря им механическая энергия в них превращается в электрическую. Это свойство вещества в физике называется пьезоэлектрическим. В нуклеиновых кислотах живого организма тепловое воздействие также приводит к образованию электричества (термоэлектричество). То и другое свойство аминокислот определяется наличием в них воды. Ясно, что указанные свойства меняются в зависимости от количества воды. Использование этих свойств в организации и функционировании живого организма очевидно. Так, зависимость проводимости от освещенности (фотопроводимость) лежит в основе реакции зрительной сетчатки. Но молекулы живых организмов обладают и электронной проводимостью, как и металлы.

Электрофизические свойства белковых систем и нуклеиновых молекул проявляются только в динамике, только в живом организме. С наступлением смерти электрофизическая активность очень быстро пропадает. Это происходит потому, что прекратилось движение зарядоносителей (ионов и электронов и др.). Можно не сомневаться, что именно в электрофизических свойствах живого вещества заложена возможность быть живыми. Об этом Сент-Дьердьи писал так: “Я глубоко убежден, что мы никогда не сможем понять сущность жизни, если ограничимся молекулярным уровнем. Ведь атом — это система электронов, стабилизируемая ядром, а молекулы — не что иное, как атомы, удерживаемые вместе поделенными электронами, т. е. электронными связями”.

Из сопоставления электрофизических свойств белковых систем и аминокислот с полупроводниками может создаться впечатление о том, что электрофизические свойства тех и других одинаковы. Это не совсем так. Хотя в белковых системах живого организма имеется и электронная, и дырочная, и ионная проводимость, но они связаны между собой более сложно, чем в неорганических

и органических полупроводниках. Там эти проводимости просто складываются и получается суммарная, итоговая проводимость. В живых системах такое арифметическое сложение проводимостей недопустимо. Здесь надо пользоваться не арифметикой (где 1+1=2), а алгеброй комплексных чисел. При этом 1+1 не равно 2. Ничего странного в этом нет. Это говорит о том, что эти проводимости не являются независимыми друг от друга. Взаимные их изменения сопровождаются процессами, которые меняют общую проводимость по более сложному закону (но не произвольно!). Поэтому, говоря об электронной (или другой) проводимости белковых систем, добавляют слово "специфическая". То есть имеется электронная (и другие) проводимость, которая свойственна только живому. Поэтому ее называют специфической. Процессы, определяющие электрофизические свойства живого, очень сложны. Одновременно с движением электрических зарядов (электронов, ионов, дырок), которое определяет электропроводимость, действуют друг на друга электромагнитные поля. Элементарные частицы обладают магнитными моментами, то есть являются магнитиками. Поскольку эти магнитики взаимодействуют друг с другом, то в результате этого воздействия устанавливается определенная ориентация этих частиц. Непрерывно молекулы и атомы меняют свое состояние — они осуществляют непрерывные и скачкообразные (дискретные) переходы из одного энергетического состояния в другое. Получая дополнительную энергию, они возбуждаются. Когда они от нее освобождаются, то переходят в основное энергетическое состояние. Эти переходы оказывают влияние на подвижность зарядоносителей в живом организме. Таким образом, действие электромагнитных полей меняет движение электронов, ионов и других зарядоносителей. С помощью этих зарядоносителей осуществляется передача информации в центральной нервной системе. Сигналы в центральной нервной системе, обеспечивающие работу всего организма как единого целого, являются электрическими импульсами. Но они распространяются значительно медленнее, чем в технических системах. Это обусловлено сложностью всего комплекса процессов, которые оказывают влияние на движение зарядоносителей, на их подвижность, а значит, и на скорость распространения электрических импульсов. Организм отвечает действием на определенное внешнее воздействие только после того, как он получил информацию об этом воздействии. Ответная реакция организма очень замедлена потому, что сигналы о внешнем воздействии распространяются медленно. Таким образом, скорость защитных реакций живого организма зависит от электрофизических свойств живого вещества. Если не действуют извне электрические и электромагнитные поля, то эта реакция еще больше замедляется. Это установлено

как в лабораторных опытах, так и при изучении влияния электромагнитных полей во время магнитных бурь на живые системы, в том числе и на человека. Кстати, если бы реакция живого организма на внешнее воздействие была во много раз быстрее, то человек был бы способен защититься от многих воздействий, от которых он сейчас погибает. Примером может служить отравление. Если бы организм мог ответить сразу на попадание в него яда, то он принял бы меры для его нейтрализации. В реальной ситуации этого не происходит, и организм погибает даже при очень малых количествах яда, введенного в него.

Конечно, мы сегодня еще не знаем всех свойств комплексной электропроводности живого вещества. Но ясно то, что именно от них зависят те принципиально отличные свойства, которые присущи только живому. Именно прежде всего путем воздействия на комплексную электропроводность живого реализуется влияние электромагнитных излучений искусственного и естественного происхождения. Чтобы углубиться в понимание биоэнергетики, необходимо ее конкретизировать. Для раскрытия сущности электрических явлений в живом организме необходимо понять смысл потенциала биологической системы, биопотенциала. В физике понятие потенциала имеет следующий смысл.

Потенциал — это возможность, в данном случае энергетическая возможность. Для того чтобы оторвать орбитальный электрон от атома водорода, надо преодолеть силы, которые удерживают его в атоме, то есть надо обладать энергетической возможностью эту работу выполнить. Энергия в атомных и ядерных процессах, а также при изучении элементарных частиц и процессов, в которых они участвуют, измеряется в специальных единицах — электронвольтах. Если приложить разность потенциалов в 1 В, то электрон в таком электрическом поле приобретает энергию, равную одному электронвольту (1 эВ). Величина этой энергии по техническим масштабам очень невелика. Она равна всего $1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж (джоулей).

Энергия, затраченная на отрыв электрона от ядра атома, называется ионизационным потенциалом, поскольку сам процесс отрыва называется ионизацией. Кстати, для водорода он равен 13 эВ. Для атомов каждого элемента он имеет свое значение. Одни атомы легко ионизовать, другие не очень легко, а третьи очень сложно. На это требуются большие энергетические возможности, поскольку их ионизационный потенциал большой (электроны сильнее удерживаются внутри атома).

Для того чтобы произвести ионизацию атомов и молекул живого вещества, надо приложить значительно меньшую энергию, чем в случае неживых веществ. В живых веществах, как уже говорилось, энергия связи в молекулах составляет единицы и даже сотые

доли электронвольт. В неживых молекулах и атомах эта энергия находится в пределах нескольких десятков электронвольт (30-50). Процесс отрыва электронов от ядер сложных молекул живого вещества значительно сложнее, чем в случае атома водорода. Тем не менее принципиально этот процесс в обоих случаях имеет одну и ту же физическую основу. Измерить ионизационные потенциалы в биологических молекулах очень сложно из-за малости минимальных значений энергии электронов в этом случае. Поэтому лучше их характеризовать не абсолютными величинами (электронвольтами), а относительными. Можно принять за единицу измерения ионизационного потенциала в молекулах живых систем ионизационный потенциал молекулы воды. Это тем более оправдано, что вода с энергетической точки зрения является главной в живом организме. Это основа жизни биологической системы. Важно понять, что здесь речь идет не о любой воде, а о воде, которая содержится в биологических системах. Приняв ионизационный потенциал воды в живом веществе за единицу, можно определить в этих единицах ионизационные потенциалы всех других биологических соединений. Тут имеется еще одна тонкость. У атома водорода имеется всего один орбитальный электрон. Поэтому его ионизационный потенциал равен одной величине энергии. Если атом и молекула более сложные, то их орбитальные электроны находятся в смысле возможности их отрыва в неравных условиях. Наиболее легко оторвать от ядра те электроны, которые имеют наименьшие энергии связи с ядром, то есть которые находятся на самых внешних электронных оболочках. Поэтому говоря об ионизационных потенциалах сложных биологических систем, имеют в виду те электроны, которые оторвать наиболее легко, у которых энергия связи минимальна.

В биологических системах в результате определенного распределения электрических зарядов (их поляризации) имеются электрические поля. Между электрическими зарядами действуют электрические силы (силы Кулона) отталкивания и притяжения (в зависимости от того, являются ли эти заряды одноименными или разноименными соответственно). Энергетической характеристикой электрического поля является разность потенциалов между разными точками этого поля. Разность потенциалов определяется электрическим полем, которое, в свою очередь, определяется распределением заряженных частиц. Распределение заряженных частиц определяется взаимодействием между ними. Разность потенциалов в биологических системах (биопотенциалов) может составлять единицы милливольт. Величина биопотенциалов является однозначным показателем соотношения биосистемы и ее частей. Она меняется в том случае, если организм находится в патологическом состоянии. В этом случае меняются реакции живого организма на фак-

торы внешней среды. Возникают реакции, которые наносят вред организму, его функционированию и структуре.

Электрофизическими свойствами биологических соединений определяется и быстрота реакции живого организма — как единого целого, так и его отдельных анализаторов на действие внешних факторов. От этих свойств зависит и быстрота обработки информации в организме. Ее оценивают по величине электрической активности. Без движения зарядоносителей все эти функции организма были бы невозможными. Таким образом, биоэнергетические явления на уровне элементарных частиц являются основой главных функций живого организма, без этих функций жизнь невозможна. Энергетические процессы в клетках (преобразование энергии и сложнейшие биохимические обменные процессы) возможны только благодаря тому, что в этих процессах участвуют легкие заряженные частицы — электроны.

Биопотенциалы тесно связаны с электрической активностью данного органа. Так, электрическая активность мозга характеризуется спектральной плотностью биопотенциалов и импульсами напряжения различной частоты. Установлено, что для человека характерны следующие биоритмы мозга (в герцах): дельта-ритм (0,5—3); тета-ритм (4—7), альфа-ритм (8—13), бета-ритм (14—35) и гамма-ритм (36—55). Имеются, хотя и нерегулярно, и некоторые ритмы с большей частотой. Амплитуда электрических импульсов мозга человека достигает значительной величины — до 500 мкВ.

Кто знаком с электроникой, тот знает, что при передаче информации и ее обработке важна не только частота следования импульсов и их амплитуда, но и форма импульсов.

Как формируются эти импульсы? Их характеристики говорят о том, что они не могут создаваться изменениями ионной проводимости. В этом случае процессы развиваются более медленно, то есть они более инерционны. Эти импульсы могут формироваться только движением электронов, масса (а значит, и инерционность) которых значительно меньше.

Роль формы электрических импульсов можно понять на примере эффективности дефибрилляции сердца (возвращение к нормальному функционированию сердца в случае его остановки путем воздействия на него электрическими импульсами). Оказалось, что эффективность восстановления работы сердца зависит от формы импульса подаваемого электрического напряжения. Важна и его спектральная плотность. Только при определенной форме импульсов происходит восстановление обычного движения зарядоносителей в живом организме, то есть восстанавливается обычная электропроводность, при которой возможно нормальное функционирование организма (сердца).

В этом методе электроды прикладываются к телу человека в области груди. Но электрические импульсы в данном случае действуют не только непосредственно на сердечную мышцу, но и на центральную нервную систему. Видимо, второй путь наиболее эффективен, поскольку возможности центральной нервной системы по воздействию на все органы (в том числе и на сердце) самые широкие. Команды всем органам поступают через центральную нервную систему быстрее всего, поскольку ее электропроводность (а значит, и скорость распространения информации) значительно выше, чем электропроводность мышечных тканей и кровеносной системы. Таким образом, возвращение к жизни организма человека происходит в том случае, если удастся восстановить электрофизические свойства живого вещества, а точнее, специфические движения электрических зарядов с теми особенностями, которые присущи живым системам.

Решающее значение для жизни и функционирования живого организма имеют именно электрофизические свойства живого. Об этом свидетельствуют и такие факты.

Установлено, что если на человека внезапно действуют раздражающие факторы, то сопротивление тела человека электрическому току (чем больше сопротивление, тем меньше электропроводность) резко изменяется. Принципиально важно, что неожиданные внешние воздействия могут иметь различную физическую природу. Это может быть и яркий свет, и прикосновение горячим предметом, и сообщение человеку неожиданной, важной для него информации. Во всех случаях результат один — электропроводность тела человека увеличивается. Изменение во времени электропроводности зависит как от самого действующего внешнего фактора, так и от его силы. Но во всех случаях увеличение электропроводности происходит очень быстро, а ее восстановление к нормальным величинам — значительно медленнее. Быстрое изменение электропроводности может происходить только за счет электронной (той или иной) проводимости, которая является наименее инерционной.

Известно поражение живого организма электрическим током. Было показано, что последствия этого поражения зависят не столько от величины тока, сколько от состояния нервной системы человека в этот момент. Смерть под действием внешнего электрического напряжения наступает в том случае, если нарушается электропроводность центральной нервной системы. Проходящий по телу человека ток разрушает связи электронной структуры нервной системы. Но энергии этих связей очень невелики. Поэтому можно их разорвать даже при очень малых напряжениях и токах от внешних источников напряжения. Если под действием этих токов движение заря-

доносителей в клетках головного мозга (в клетках периферийной и центральной нервной системы и их связях) нарушается, то происходит полное или частичное прекращение питания клеток кислородом.

Губительные изменения электропроводности центральной нервной системы и вообще электрофизических характеристик организма происходят и под действием отравляющих веществ. По-видимому, медицина в будущем будет лечить человека от различных недугов прежде всего восстановлением электрофизических свойств центральной нервной системы.

Конечно, этот вопрос очень не простой. Уже сейчас установлено, что электропроводность разных живых организмов и разных систем в одном и том же живом организме различна. Органы и системы организма, которые должны для обеспечения выживания реагировать на внешние раздражители быстрее всего, обладают наименее инерционной проводимостью — электронной и электронно-дырочной.

Единая электрическая цепь организма

Очень любопытно, что в каждой клетке человеческого организма имеются функциональные зачатки всех органов человека. Правда, большинство этих зачаточных органов в клетке "за ненадобностью" законсервировано. Как мы убедились, клетка как самостоятельная экономическая и административная единица действует на электрической и энергетической основе, она использует для этого клеточный электрохимический генератор. Легко предположить, что такой же по своему принципу генератор реализуется и всем организмом как единым целым. В клетке имеются положительно заряженный электрод (анод) и отрицательно заряженный электрод (катод). Значит, они должны быть и в организме, только в увеличенном виде, то есть их должны составлять целые органы.

Найти соответствие можно в том случае, если проанализировать весь процесс получения энергии в клетке и в целом организме. Затем, сопоставив эти энергетические технологические процессы в клетке и во всем организме, будет нетрудно понять, где в организме находится анод, где катод и т. д.

Мы не будем проводить здесь подробный научный анализ проблемы. Ознакомим читателя только с результатом исследований. Это тем более интересно знать, что результаты совпадают с представлениями, установленными в древней восточной медицине. В наше время во всем мире эти результаты древней восточной медицины

широко используются современной рефлексотерапией. По этим представлениям энергия в организме циркулирует по меридианам. Она поступает в организм с пищей и воздухом. Эта энергия проходит по меридианам в определенном порядке и ритме. Значит, она проходит и по органам, связанным с этими меридианами, и по активным точкам на коже. Все они образуют вместе единую электрическую цепь человеческого организма.

Если на всем пути прохождения энергия не испытывает задержек, то организм работает нормально. Если какой-то орган болен, то прохождение энергии нарушается, соответствующая ему активная точка на коже это отражает: изменяется ее температура, плотность, ощущается болезненность. Все это объективно регистрируется приборами. Кроме этого, приборы регистрируют изменение в районе этой больной точки электрических свойств, а именно электрохимических потенциалов, электропроводности и др.

На первый взгляд покажется странным, что между биологически активными точками должен течь ток без проводников. Ведь там нет нервов, которые для этого приспособлены. Но прямые измерения электрических свойств кожи показали, что действительно имеются направления, каналы (конечно, внешне не воспринимаемые), по которым электрический ток течет, встречая на своем пути значительно меньшее сопротивление, нежели в других направлениях. Используя очень высокочувствительную измерительную аппаратуру, удалось промерить ход меридианов, по которым течет электрический ток, и величины электрохимических потенциалов. Так, удалось установить, что в спокойном состоянии у здоровых людей электрохимический потенциал кожи находится в пределах +50 мВ. Ясно, что в одних областях он положителен, а в других отрицателен. Если же какой-либо внутренний орган воспален, то значение электрического потенциала кожи в соответствующей области (точке) увеличивается до + (60—100) мВ. Меридианы янь замыкаются между собой через голову, тогда как все меридианы инь замыкаются через туловище. Органы, которые поставляют организму пищу и перерабатывают ее, связаны с первыми меридианами. Органы, которые доставляют и перерабатывают в организме кислород (для окисления), связаны со вторыми меридианами. В эту группу органов входят и органы, которые выводят уже окисленные продукты из организма.

Все меридианы, являясь отдельными участками единой электрической цепи, естественно, соединены строго определенным образом между собой. Но все эти соединения, переходы из меридианов ян в меридианы инь располагаются в пальцах ног. В пальцах рук

находятся все переходы из меридианов инь в меридианы ян. Такое расположение, несомненно, не является случайным. Ведь выбраны наиболее подвижные участки тела. Для нормальной работы контактов, соединений их надо протирать, массировать, активировать. Ведь через эти контакты должен проходить весь поток энергии. Неудивительно, что восточная медицина (рефлексотерапия) использует для лечения внутренних органов именно все активные точки в области пальцев рук и ног человека.

Таким образом, прямыми измерениями установлено, что в человеческом организме имеется единая электрическая батарея из трех электрохимических генераторов. Эта цепь образуется разного типа меридианами, которые чередуются попарно и соединены между собой последовательно. Половина из этих меридианов имеет положительный электрический потенциал (в радиотехнике такие электроды называют анодами), а другая половина — отрицательный. Это катоды. Разные знаки электрических потенциалов однозначно свидетельствуют о функциях, которые выполняют разные органы. В полном соответствии с работой клетки, где имеются отдельные реактивные группы со свойствами анода и катода, в человеческом организме роль этих реактивных групп выполняют отдельные органы. Поэтому они соединены с соответствующим (анодным или катодным) меридианом. В результате все органы человеческого организма оказываются связанными в единую электрическую цепь. Это обеспечивает их ритмичную работу. Эта ритмика проявляется как в периодичности во времени, так и в том, что зона реактивности перемещается последовательно от одного органа к другому в строго заданной очередности. Перемещение реактивной зоны от органа к органу должно прослеживаться по изменению электрохимического потенциала данной точки. Так обеспечиваются электрические и химические условия, необходимые для нормального, оптимального функционирования данного органа и всего организма. Если электрические потенциалы отклоняются от нормы, то это свидетельствует о том, что соответствующий орган заболел.

Проблема, которую мы затронули, сама по себе огромна. Развивать ее более полно у нас нет возможности. Здесь укажем только, что в настоящее время новосибирскими медиками разработана методика, в которой они нашли возможность регулирования (коррекции, подстройки) всей электрической цепи организма в периоды геомагнитных бурь. Вход в электрическую цепь организма осуществляется в местах соединения различных звеньев цепи, то есть биологически активных точках. Здесь к цепи подключают соответствующее данной ситуации магнитное поле. Результаты применения этой методики положительные.

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ОРГАНИЗМ – СИСТЕМА АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНАЯ

Реакция на внешнее воздействие

Теперь необходимо выяснить, почему человеческий организм реагирует на внешние раздражители избирательно, не соблюдая принципа: чем больше, тем лучше (или хуже). Другими словами, почему зависимость реакции организма от раздражающих импульсов не подчиняется линейному закону, а выражается нелинейной зависимостью. Несомненно, это определяется свойствами, строением, настройкой самого организма, его отдельных органов и систем. На первый взгляд кажется, что он мог быть устроен более просто, более предсказуемо и подчиняться линейному закону. Ведь множество систем в природе и технике устроено именно так.

Человеческому организму оказалось удобнее, экономичнее и выгоднее использовать нелинейную зависимость его реакции от величины раздражителя. Как же выглядит конкретно эта зависимость?

Какой бы внешний раздражитель ни подействовал на организм (то есть на клетку, так как организм состоит из клеток), она это воздействие преобразует в изменение электрического потенциала на мембране. Но само изменение потенциала на мембране определяется тем, какие именно процессы в клетке внешним раздражителем будут подключены. Таким образом, на внешний раздражитель клетка прежде всего откликается электрическим способом. Специалисты об этом говорят, что клетка переводит информацию о внешнем раздражителе на электрический язык. В нервных окончаниях возбуждаются электрические импульсы. Но они следуют друг за другом не беспорядочно, а в определенной последовательности, чем-то напоминая сообщение с использованием азбуки Морзе. Эти последовательности импульсов действительно представляют собой закодированное определенным образом сообщение. Применяемый клеткой код называют пространственно-временным.

Сложная система, какой является человеческий организм, откликается на внешний раздражитель (стимул). Если этот стимул меньше определенной величины (порога чувствительности), то система (организм) на него вообще не реагирует. После того как стимул достиг порога чувствительности системы, а затем и превысил его, система определенным образом реагирует на него. Здесь находится зона чувствительности системы. В этой зоне чем сильнее внешний сигнал (стимул), тем значительнее реакция системы на него. На некотором участке зависимость линейная. Но при достижении внешним сигна-

лом определенной величины отклик системы с ростом сигнала увеличивается медленнее, чем до этого. В момент, когда этот загиб начинается, организм включает свои защитные, компенсационные системы, в задачу которых входит скомпенсировать внешний сигнал, так как она считает его для себя слишком сильным и небезопасным. Дальнейшее увеличение внешнего раздражителя приводит к тому, что система отказывается его дальше воспринимать. Ее чувствительность резко падает. Таким образом, живая система, какой является человеческий организм, воспринимает внешние раздражители определенной силы. Можно сказать, что реакция организма находится для этих раздражителей в зоне чувствительности. Если сила раздражителя превышает некоторую величину, то система его не воспринимает. Другими словами, реакция организма на этом участке переходит в зону бездействия. Но если внешний раздражитель, несмотря на то, что организм на него не реагирует, продолжает увеличивать свою силу, то при какой-то определенной величине раздражителя снова включается реакция организма. Эта величина раздражителя называется порогом всеобщей (тотальной) мобилизации организма. При дальнейшем увеличении силы раздражителя реакция организма на него растет по линейному закону. Но при определенной величине сигнала происходит срыв чувствительности организма, после которого тут же наступает гибель живой системы. Дальнейшее увеличение раздражителя теряет смысл.

Такой сложный закон изменения реакции организма с ростом силы внешнего раздражителя закономерен. Ему подчиняется не только человеческий организм, но и другие системы в биосфере. Например, по такому же закону изменяется увеличение роста числа особей (популяции) в зависимости от плотности обитания.

Каковы особенности описанного закона? Во-первых, имеется несколько периодов (фаз), в пределах которых реакция организма на действие раздражителя принципиально отличается. Это период (фаза, зона) чувствительности, период (зона) бездействия и период раздражительности. Такой многопериодный, а точнее, многофазный ответ организма на внешний раздражитель позволяет организму наиболее эффективно, наиболее оптимально отвечать на внешние сигналы с тем, чтобы обеспечить повышение выживаемости вида. Такая фазная реакция обеспечивает совершенство взаимодействия организма с внешней средой.

Фазной реакцией на внешние раздражители обладает не только весь человеческий организм, но и каждая отдельная мембрана клетки, каждая клетка, отдельная клеточная популяция, отдельное нервное волокно, а также каждый участок кожи. Такой же по форме отклик на воздействие извне характерен даже для всей биосферы как единой сложной системы.

Нельзя сконструировать систему, которая отвечала бы на внешние импульсы так, как это описано выше, если эта система будет жесткой, то есть если все в ней (и конструкции, и режим работы) будет определено жестко и неизменно. Такую реакцию может проявлять только гибкая система. Поясним это на примере производственного коллектива. Если его работа построена по железному принципу (каждый занимает свою строго определенную должность с жестко определенными должностными инструкциями и т. д.), то он может хорошо справляться со своей задачей в том случае, если производственный процесс хорошо отработан и не меняется. Если же этот процесс надо непрерывно менять, поскольку изменяются внешние условия (привозят самое различное сырье, изменяется требование к его переработке и т. д.), то жесткая система организации производственного процесса не может обеспечить эффективную работу. Чтобы работать эффективно при быстро меняющихся внешних условиях, организация производственного процесса должна быть гибкой. Каждый работник должен делать то, что нужно именно в данный момент, и делать так, как это нужно сейчас. Именно поэтому производственный процесс внутри клетки организма построен по гибкому принципу. Но гибкую организацию процесса обеспечить значительно сложнее, чем жесткую. В жесткой системе реализован один-единственный вариант организации процесса. В гибкой системе надо обеспечить реализацию бесконечного числа вариантов, причем на каждый момент времени надо выбрать из этого бесконечного количества один-единственный вариант, наиболее подходящий для ситуации в данный момент. По такому наиболее совершенному принципу работает человеческий организм и все его составные части, вплоть до мембран клеток. При этом в каждой работающей клетке многие молекулы постоянно распадаются и вновь синтезируются. При этом их концентрации непрерывно изменяются, колеблются. Эти колебания не затухают, поскольку процесс распада — восстановления длится непрерывно, то есть колебания являются незатухающими. Это непрерывное изменение (колебание) нужно для того, чтобы для каждого момента времени выбрать свой вариант, свой режим работы, свой производственный процесс в зависимости от того, какие внешние раздражители действуют на клетку в этот момент. В этом и есть гибкость организации всего производственного процесса в клетках. Для ее практической реализации понадобилось режим работы клетки (то есть процессов, которые в ней протекают) сделать колебательным.

Но прежде чем проанализировать, с какими периодами протекают эти колебательные процессы и чем это обусловлено, то есть как это связано с условиями внешней среды, мы еще остановимся на реакции организма на внешние раздражители.

Только правильно реагируя на изменение внешних условий, организм может обеспечить себе сохранение относительного постоянства внутренней среды (гомеостаз). Реакции организма на изменение внешней среды должны быть такими, чтобы приводить внутреннее состояние организма в соответствие с условиями внешней среды. Конечно, это соответствие не количественное, а более сложное — качественное. Ведь реакции организма не приводят к установлению температуры тела человека соответственно равной температуре окружающего воздуха (или воды). Нет. Соответствие здесь надо понимать в качественном плане, то есть работа организма должна быть организована так, чтобы она была наиболее эффективной, наиболее оптимальной при данных внешних условиях. Если эти условия изменились, надо немедленно менять и режим работы организма. В этом и состоит задача системы реагирования (быстрого реагирования).

Проанализируем подробнее эту систему. Прежде всего эта система устроена так, что она легче всего схватывает те сигналы из внешней среды, которые наиболее важны для организма. Любопытно, что при обеспечении связи организма с внешней средой природа использовала электрические сигналы тех же характеристик, которые имеются во внешней среде и на которые организму надо непрерывно реагировать. Организм настроен своей системой реакции на внешние сигналы так, что он наиболее чувствителен именно к этим сигналам, к такой их форме, интенсивности, частоте и даже образу кодирования. К сигналам, которые отличаются по этим характеристикам, организм или вообще нечувствителен, или его чувствительность к ним в десятки и сотни раз меньше. Это убедительно показывают как клинические наблюдения, так и лабораторные эксперименты. Когда меняли только форму раздражающего электрического сигнала (вместо колоколообразного брали прямоугольный сигнал), реакция организма менялась принципиально: на искусственный прямоугольный импульс организм почти не реагировал, тогда как на колоколообразный (а точнее, экспоненциальный) по форме импульс организм откликался очень хорошо. Дело в том, что в природе, частью которой является организм человека, именно такие импульсы имеются. Их же и использует человеческий организм как для организации своей внутренней работы, так и для связи с внешним миром. Как уже было сказано выше, это касается не только формы импульсов, но и частоты, а также интенсивности. Организм очень чувствителен к внешним электромагнитным колебаниям, которые имеют определенные частоты. Так, мы уже говорили об альфа-ритме головы человека и чувствительности к тем внешним электромагнитным колебаниям, частота которых совпадает с частотой альфа-ритма. Это можно понять на

простом наглядном примере. Качели раскачиваются с частотой одно колебание в секунду (то есть 1 Гц). Вы стараетесь раскачивать их с частотой 10 Гц, то есть пять раз их подталкиваете за то время, пока они удаляются от вас, и пять раз их также отталкиваете от себя за то время, пока они движутся к вам. Будут ли при этом качели раскачиваться? Нет. Вы мешаете им раскачиваться. Каждый знает, что раскачивать качели надо с той же частотой, с какой они уже качаются. Если бы вы раскачивали качели с той же частотой 1 Гц, то ваша энергия эффективно переходила бы в кинетическую энергию качелей и размах (амплитуда) их качания увеличивался бы. Раз процессы в клетке (и во всем организме) носят колебательный характер (именно так организм может обеспечивать оптимальную реакцию на изменение внешних условий), то с этим нельзя не считаться. А воздействие на колебательные системы принципиально отличается от воздействия на другие системы, которые не связаны с колебательными процессами. Реакции организма человека на внешние раздражители по тем последствиям, которые они вызывают в организме, делятся на разные типы. Выше мы видели, что организм начинает реагировать только на внешние сигналы, которые выше порогового значения. Для каждого организма этот порог свой. Но даже один и тот же организм может увеличить этот порог. Так, человеческий организм не реагирует на холодовый раздражитель до определенной температуры. Но если организм закалить, то он может повысить этот порог, то есть начнет чувствовать только более значительное понижение температуры (и главное, соответствующим образом реагировать на него). Таким образом, регулярное воздействие на организм определенных внешних сигналов тренирует соответствующим образом организм. Реакция организма на такие слабые сигналы называется тренировочной. Она позволяет поднять порог реакции организма, то есть сделать человека более независимым от внешней среды, от изменения условий внешней среды. Она делает организм более способным сопротивляться этим изменениям или, короче, увеличивает сопротивляемость (резистентность) организма. Слово "резистор" означает сопротивление. Чем выше сопротивляемость организма, тем он меньше зависит от изменения внешних условий, тем меньше опасностей для его здоровья. Поэтому первое, что надо делать для сохранения и восстановления здоровья, — это повышать сопротивляемость организма. Таким образом, реакции тренировки на слабые раздражители не приводят к каким-либо повреждениям организма, они осуществляются без больших энергетических затрат и при их регулярности повышают резистентность организма.

Если раздражающий внешний сигнал усиливается, то есть становится более сильным, то характер реакции организма на него

меняется. В данном случае реакция организма (на средний сигнал) строится так, чтобы защитить организм от его действия. Конечно, здесь не идет речь о механической защите. Защита в этом случае может быть осуществлена только путем перестройки режима работы организма, то есть его приспособления, адаптации к новым внешним условиям. Ясно, что при этом организм активизируется, так как пренебрегать действующим сигналом он не может. Если действующий сигнал имеет среднюю интенсивность, то реакция активации выражена умеренно, имеет спокойную форму. Специалисты говорят, что реакция человека в этом случае находится в зоне спокойной активации. Если сигналы по интенсивности выше средних, то степень активации организма повышается, то есть реакция организма переходит в зону повышенной активации. Если же сигнал увеличивается еще больше, то реакция организма принимает форму стресса. Организм не может отреагировать на такой сигнал равноценно, адекватно. Поэтому он вынужден снять защиту организма, убрать предохранитель на входе электрической системы. Если вы уберете предохранители из любой технической системы (например, на входе телевизора), то это чревато выходом ее из строя при повышении сетевого напряжения. Это происходит потому, что система не рассчитана на воздействие столь большого внешнего сигнала (напряжения). То же самое происходит и с человеком. При действии на него сильного сигнала внешней среды защитные системы организма подавляются и в организме в этой ситуации могут произойти поломы, срывы. Собственно, в этом состоянии защита организма тесно переплетается с его повреждениями. Состояние стресса также имеет различные фазы, периоды, ступени. В начальной стадии стресса, которую называют реакцией тревоги, наблюдаются кровоизлияния и язвы в слизистой желудочно-кишечного тракта. Приходит в расстройство оптимально отрегулированный режим работы организма, когда распад веществ точно сбалансирован их синтезом. При стрессе явления распада начинают преобладать над синтезом, поэтому процессы обмена веществ чрезвычайно напряжены. Это происходит потому, что для своего спасения организму приходится больше расходовать энергии, чем он может ее обеспечить. Для того чтобы спасти организм в такой ситуации, выключают "электрический рубильник" полностью, то есть после кратковременного очень сильного возбуждения в ответ на сильный внешний раздражитель в центральной нервной системе развивается практически полное (запредельное) торможение. Это та последняя мера, к которой прибегает организм, чтобы хоть как-то спасти себя. И. П. Павлов назвал это торможение крайней мерой защиты. Смысл в такой защите имеется: внешний сигнал настолько сильный, что организм не в состоянии на него равноценно от-

реагировать: чтобы не погибнуть, он отказывается реагировать на него вообще. После первой стадии стресса наступает вторая стадия — стадия сопротивления (резистентности). Организм мобилизуется на борьбу с внешним воздействием, но эта мобилизация, повышение его сопротивляемости, резистентности дается организму дорогой ценой. Повышается сопротивляемость организма не только по отношению к действию повреждающего сигнала, но и к другим внешним сигналам. Если стресс развился полностью и достиг полной силы, то после него наступает стадия декомпенсации, истощения и гибели.

Это та цена, которой достигается увеличение сопротивляемости организма в последней стадии стресса.

К счастью, не каждый стресс заканчивается гибелью, чаще всего весь процесс стресса не реализуется в полной мере. Но стрессовое состояние организма является ненормальным. В таком состоянии происходит полом механизмов настройки организма на внешнюю среду, адаптационных механизмов. Поэтому стресс может породить многие патологические процессы в организме, дать начало различным заболеваниям.

Следует особо подчеркнуть, что реакция организма человека зависит не только от силы внешнего раздражителя, но и от самого организма, его резистентности, то есть от состояния здоровья человека. Внешние раздражители для одного человека могут быть слабыми и вызывать в нем реакцию активации, а для другого организма эти же внешние сигналы могут быть сильными и вызвать реакцию стресса и даже закончиться гибелью. Это же справедливо и для одного и того же человека, если состояние его здоровья меняется во времени. У здорового закаленного человека, с хорошей сопротивляемостью организма магнитные бури не вызывают реакции стресса. Они вызывают реакцию активации, и такой человек не чувствует в это время какого-либо отрицательного воздействия магнитных бурь. Именно это и наблюдается на практике. Если этот же человек ослаблен болезнью, сопротивление его организма существенно понижено, то та же магнитная буря может для него оказаться не только ощутимой, но и роковой: в ослабленном больном организме она может вызвать реакцию стресса с печальными последствиями. Причем для этого не надо, чтобы воздействующий во время магнитной бури внешний фактор имел очень большую интенсивность. Важно, чтобы действующие при этом электрические и магнитные поля имели те характеристики (частоту, форму сигналов, способ кодирования), на которые организм откликается. В данном случае свойство организма избирательно откликаться на электромагнитные воздействия играет определяющую роль. При этом очень важно и еще одно обстоятельство. Поскольку внутри орга-

низма проходят колебательные процессы с различными периодами, то в продолжение одного периода свойства организма меняются, точнее, меняются условия во внутренней среде организма. В соответствии с этими ритмическими изменениями меняются и показатели работы организма, такие, как температура тела, частота дыхания, пульс. Так вот, в зависимости от времени внутри периода меняется реакция организма на внешние раздражители. Но чтобы все это понять, надо детальнее остановиться на том, как формируются колебательные периодические процессы в организме человека. После этого станет яснее и избирательность реакции организма на внешние раздражители и связь периодических процессов внутри организма с периодическими (циклическими) процессами во внешней среде. Точнее, станет очевидным, что нет деления на внутреннюю среду организма и внешнюю среду. Есть единая среда, охваченная циклическими, колебательными процессами, характеристики которых одинаковы везде — в человеке, в движении планет, на Солнце и в межпланетном пространстве.

Окружающая среда — автоколебательная система

Правильно было бы не говорить по отдельности о живых системах и окружающей их внешней среде, а говорить о единой системе, которая включает в себя и живые системы, и эту среду. На каком-то этапе познания себя и окружающего нас мира мы прибегли к такому весьма искусственному делению, а сейчас с большим трудом доказываем себе и другим очевидное, что живые системы очень тесно связаны с внешней средой. По этому поводу А. Л. Чижевский писал, что каждый атом живого резонирует на соответствующие колебания в природе.

Такое деление оставило нам в наследство и соответствующий подход к этому вопросу. Мы, как правило, доказываем, что на ритмы живого организма (например, человеческого) влияют ритмы внешней среды. Это, конечно, так, но только частично. На самом деле большинство ритмов как живых систем, так и внешней среды имеют общую, единую причину. Поэтому ритмы нашей планетной системы (и всей Вселенной) совпадают с ритмами нашего организма, а не только наш организм их воспринимает. Нет! За всю свою эволюционную историю организм сформировался таким, каков он есть, благодаря этим ритмам. Поэтому в нем они не могут не быть. После такого небольшого введения перейдем к конкретному рассмотрению колебательных систем с тем, чтобы понять, как работает колебательная система, какой является человеческий организм.

Если мы подвесим на веревочке грузик и раскачаем его, то получится физический маятник. Он характеризуется определенным периодом качания. Меняя длину подвеса, можно менять этот период. Один-единственный маятник, колебания которого характеризуются только одним периодом, не является колебательной системой. Если мы подвесим два таких маятника, но независимо друг от друга, то колебания одного из них не будут оказывать влияния на колебания другого. Если их подвесы соединить резинкой, затем один из маятников раскачать, а второй оставить неподвижным, то через некоторое время придет в движение (колебательное) и второй маятник. При этом оба маятника колеблются весьма своеобразно. Специалисты такие движения называют биениями. Поскольку связь между подвесами маятников не жесткая, то энергия от движущегося маятника к неподвижному передается небольшими порциями (через растяжение связывающей их резинки). Но она передается в течение какого-то времени непрерывно. Но на каждый отдельный акт такой передачи уходит определенный отрезок времени. Поэтому движение второго маятника запаздывает относительно движения первого. При этом, с одной стороны, все больше и больше энергии переходит (благодаря резинке) от первого маятника к другому, который раскачивается все больше и больше. С другой стороны, движение второго маятника по мере его усиления начинает тормозить движение первого. В результате через какое-то время второй маятник будет двигаться с максимальным размахом, а первый остановится, то есть они по своему положению поменяются местами. Эти два связанных маятника представляют собой колебательную систему. В этом случае период каждого маятника определяется уже не только длиной подвеса, но изменяется во времени, причем довольно сложным путем. Естественно, закон этого изменения хорошо известен, и любой школьник или студент без труда рассчитает колебательный процесс биений, зная характеристики обоих маятников. Если же мы подсоединим (пружиной или резинкой) к двум маятникам еще один, то система усложнится. Станет более сложным колебательный процесс, он будет характеризоваться разными периодами. Говоря о колебательных процессах, можно характеризовать их или периодом, или же частотой. Период и частота связаны между собой просто: частота является обратной величиной периода. Так, если период составляет одну пятую часть секунды, то частота равна пяти (колебаний в секунду, т. е. герц). Поэтому, говоря о колебательной системе, состоящей из нескольких соединенных таким образом маятников, их колебательный режим можно характеризовать не периодами, а частотами.

Мы привели такой пример для наглядности. На самом деле маятники могут быть любыми, например пружинными. И связь между ними может быть осуществлена любым другим способом.

Важно только, чтобы при этом обеспечивался переход энергии между ними. Приведем еще один пример, очень поучительный для изучаемого нами вопроса колебательного устройства человеческого организма. На этот раз проведем наблюдения не за колебаниями маятников, а за электродвигателями, установленными на упругой балке. Балка должна быть упругой для того, чтобы по ней энергия могла передаваться от одного двигателя к другому. Пусть роторы установленных на такую балку двигателей будут неуравновешены. После определенного времени работы двигателей на балке происходит выравнивание их угловых скоростей. Это значит, что благодаря балке энергия между ними перераспределяется таким образом, что все они (колебательная система) самосинхронизируются. Дальше с такой самосинхронизированной колебательной системой можно поэкспериментировать. Например, можно выключить один из двигателей. Если бы он был один, то через некоторое время он остановился бы. В данном случае (после синхронизации всей системы) он будет продолжать вращаться с общей для всех двигателей частотой. Во-первых, частота его вращения такая же, как у всей системы. Во-вторых, энергию для своего вращения он получает от системы (через упругую балку). Энергия расходуется на потери на трение. Она значительно меньше, чем энергия, необходимая для вращения. Ясно, что ротор выключенного двигателя вращается по инерции. Если бы он был выключен с самого начала, то система двигателей не смогла бы его раскрутить, для этого не хватит той энергии, которая передается путем упругих колебаний балки.

Из этого эксперимента можно сделать несколько выводов. Главный из них состоит в том, что колебательная система в течение определенного времени так перестроила свою работу, что скорости вращения всех моторов стали одинаковыми. Другими словами, в процессе развития колебательная система самосинхронизировалась. Совершенно очевидно, что это должно происходить с любой колебательной системой, если у нее было для этого достаточно времени. Отсюда можно сразу предположить, что колебательная система, какой является человеческий организм, может синхронизироваться, захватываться определенной частотой извне. Наблюдения и опыты говорят о том, что это на самом деле так.

Но рассмотренный нами случай все же довольно прост, поскольку все скорости моторов были близки и поэтому самосинхронизировались к одной частоте. В природе реализуются условия, когда колебательная система состоит из частей, для каждой из которых характерна своя частота. Такая система является нелинейной колебательной системой. Нам надо рассматривать именно такую колебательную систему, поскольку ею является наша планетная система, а человек развивался вместе с планетной системой.

Если пользоваться прежними представлениями, то каждую планету можно при рассмотрении ее движения уподобить маятнику, то есть грузику, подвешенному на веревочке. Грузиком служит сама планета. Веревкой служит сила ее притяжения к Солнцу. Благодаря ей планета удерживается на орбите. Эта веревочка привязана к Солнцу. Таким же образом можно представить все планеты Солнечной системы. Каждая планета вращается вокруг Солнца со своим периодом, своей частотой, то есть каждый из маятников имеет свой период колебания, свою частоту. Подвесы всех их прикреплены к одному месту — Солнцу. Для планеты главная действующая на нее гравитационная сила — это сила притяжения ее к Солнцу. Но по закону всемирного тяготения все тела испытывают притяжение друг к другу. Величиной массы и расстоянием между телами определяется величина силы притяжения. Это значит, что на любую планету, например на Землю, действуют силы притяжения всех планет и их спутников, а не только Солнца. Это значит, что мы должны учесть, что наши маятники, которыми мы заменили планеты, соединены и между собой, причем очень большим количеством резинок (пружинок), поскольку каждый из них должен быть соединен со всеми остальными. Но натянуты эти пружинки по-разному, их сила упругости должна соответствовать силе притяжения между данной парой планет. Затем приведем каждый из этих маятников, соединенных описанным способом, в колебательную систему, в колебательное движение. Пусть первоначально каждый маятник совершает колебания со своим определенным периодом. Но мы уже знаем, что связанные между собой гибкой связью маятники не могут колебаться независимо. Период колебания каждого из них будет с течением времени меняться, поскольку энергия передается от одного из них к другому. Солнечная планетная система является сложной колебательной системой, тем более если учитывать и спутники планет (в том числе и спутник Земли Луну). В результате взаимодействия между планетами их периоды обращения вокруг Солнца, их частоты колебаний будут с течением времени постепенно меняться. Можно сказать, что будет происходить эволюция данной колебательной системы. Она закончится тогда, когда колебания всех маятников системы будут в соответствии со связями между собой согласованы. Наша Солнечная система в настоящее время подходит к этому взаимосогласованному состоянию колебательного процесса. Специалисты считают, что ей осталось преодолеть не более 1,5%-ное отклонение от такого согласованного состояния. Это согласованное состояние еще называют резонансным. (Вспомним, как согласованное движение в ногу солдат привело к разрушению моста. На этом примере наглядно объясняют школьникам сущность резонанса.) Поскольку наша планетная си-

стема в настоящее время является уже колебательной системой с согласованным (резонансным) характером ее колебаний, то можно считать, что ее эволюция в этом плане, длящаяся несколько миллиардов лет, завершается. То, что в результате эволюции планетной системы образовалась резонансная колебательная система, видно в какой-то мере даже неспециалисту, которого не могут не поражать устойчивость Солнечной системы и строгий порядок в движении планет. Частоты колебаний (периодических движений) планет находятся в очень простых соотношениях, что, несомненно, свидетельствует об их взаимосвязи. Приведем несколько таких данных. Так, если угловую частоту обращения Юпитера вокруг Солнца удвоить, то получим величину, равную упятеренной частоте обращения Сатурна. Такие простые связи справедливы и для спутников планет. Так, если угловую частоту обращения спутника Юпитера Ио сложить с удвоенной частотой Ганимеда, то получим утроенную частоту обращения третьего спутника Юпитера — Европы. Таким образом, надо учитывать не только непосредственное действие сил притяжения планет, спутников и Солнца, но и то, что вся планетная система является резонансной (почти резонансной) колебательной системой.

То, что наша планетная система приблизилась к резонансному состоянию, отнюдь не значит, что она приблизилась к неизменному, стационарному состоянию. Ни в коем случае. Ведь все планеты не замерли на своих местах, расстояния между ними не установились постоянными, они меняются, но по определенным законам. Раз изменилось расстояние между притягивающимися телами, то изменилась и сила их взаимного притяжения. А расстояние между планетами меняется непрерывно, так же, как и меняется непрерывно взаимное расположение планет. Поэтому физическая ситуация в планетной системе непрерывно меняется. Фактически для каждого момента времени надо рисовать стрелами (векторами) свое направление сил взаимодействия между всеми телами Солнечной системы. Но эти изменения происходят не произвольно, а по определенным законам. Определенные геометрические положения планет в межпланетном пространстве периодически повторяются. Особенно отличительными являются ситуации, когда по две или по три планеты выстраиваются на одной линии (которая проходит через Солнце). Такие ситуации повторяются через определенное время. Так, выстраивание всех планет (парад планет) повторяется один раз в 179 лет. Последний раз такое событие наблюдалось в 1982 г. Расположение двух планет на одной линии наблюдается, естественно, чаще. Так, расположение Меркурия, Венеры и Земли на одной линии повторяется через 19,1 месяца, Марса—Земли—Юпитера — через 26 месяцев,

Юпитера—Земли—Венеры— через 39 месяцев, Юпитера—Земли—Венеры—Марса— через 53 месяца и Венеры—Земли—Марса—Юпитера— через 78 месяцев.

Нас интересует работа человеческого организма, а точнее, его реакция на изменение условий в космосе. Как скажутся на работе организма указанные изменения космических условий, вызванные изменением положения планет? Прежде всего меняется сила гравитации, которая действует на каждого из нас со стороны всех планет. Как известно, под действием этой силы возникают приливы в морях и океанах. В этом плане наиболее эффективно действует наряду с самим Солнцем Луна, поскольку она находится к Земле ближе всего, а сила зависит от расстояния (даже в квадрате). Солнце также вызывает приливы в морях и океанах, а также в атмосфере Земли. Но оно берет не близостью, а массой. Приливное влияние других тел выделить труднее. Но мы уже знаем, что для влияния на организм нет нужды прилагать очень большую силу, более важно, чтобы она имела соответствующие характеристики. Как ни странно, к настоящему времени до конца количественно не выяснено, как именно и насколько изменение гравитационных сил планет влияет на функционирование человеческого организма. Это результат такого подхода (граничащего с невежеством), при котором считалось, что космос не может влиять на человека, находящегося на Земле. К сожалению, этот подход остается широко распространенным среди ученых, как это ни парадоксально, и сейчас.

Кроме прямого влияния на человека, взаимное расположение планет сказывается на работе организма опосредованно, через Солнце. Схема этого влияния выглядит так. Расположение планет влияет на солнечную активность, а солнечная активность обусловливает возмущенность магнитного поля Земли. На человеческий организм оказывают влияние процессы, вызванные магнитными бурями, и непосредственно процессы, связанные с солнечной активностью. За неимением места мы не можем здесь рассматривать конкретно все те физические факторы, которые действуют в эти периоды на человека. Желающие могут ознакомиться с ними более подробно в уже опубликованных работах, приведенных в списке литературы.

Приведенные выше циклы, полученные из взаимного расположения планет (продолжительностью 19,1, 22—23, 26, 39, 53 и 78 месяцев), хорошо отражаются в земных процессах. Так, цикл продолжительностью 26 месяцев, то есть примерно два года, известен метеорологам уже более столетия. Он хорошо прослеживается практически во всех характеристиках погоды. Наличие этого цикла в погодных условиях на Земле говорит о том, что имеется определенная связь этих условий с условиями в космическом, межпланетном, про-

странстве. Этот же двухлетний цикл был обнаружен также в интенсивности приходящих в атмосферу Земли космических лучей. В геофизических процессах хорошо прослеживаются и циклы продолжительностью 39 месяцев (примерно три года) и 53 месяца (примерно четыре года). Эти два цикла иногда рассматриваются как единый трех-четырехлетний цикл. Тот и другой циклы возникают от того, что Юпитер с Землей и Венерой выстраиваются в единую линию через этот интервал времени. Цикл продолжительностью 78 месяцев (соединение планет Венера—Земля—Марс—Юпитер) больше проявляется через раз, то есть через 78ґ2 месяцев (13—14 лет). Мы не можем здесь рассматривать все циклы, укажем только, что среди них имеются и очень длинные (сотни и тысячи лет) и очень короткие, которые длятся всего несколько дней. Если говорить о циклах, которые имеются в изменении солнечной активности (под действием планет и в результате изменения условий внутри Солнца и в его атмосфере), то были установлены такие их продолжительности: 7,8; 11,6; 12,6; 15,0; 17,0; 33 года и т. д.

На все эти периодические изменения условий в космосе (в том числе и на Солнце) надо смотреть с двух точек зрения. Во-первых, с такими периодами меняются внешние для человеческого организма условия, поэтому он обязан (чтобы выжить) на них реагировать. Во-вторых, эти ритмы формировались не только в движении планет и процессах на Солнце (солнечной активности), но и внутри самого человеческого организма и, конечно, во всей биосфере Земли. Поэтому они должны быть свойственны человеческому организму как системе автоколебательной. Ведь человеческий организм, как и вся биосфера Земли, прошел свою эволюцию вместе с эволюцией всей планетной системы и является неотделимым от нее.

Мы очень мало говорили о Луне не потому, что она не является планетой и ее выстраивание относительно Солнца не влияет на солнечную активность, а потому, что о ней надо сказать особо. Особенность Луны для нас, землян, исходит из того, что она находится совсем рядом. Поэтому она оказывает очень сильное влияние на различные процессы на Земле, на ее биосферу, в том числе и на человека. Недаром в народе имеется столько примет, связанных с Луной, ее фазами. Какие периоды характерны для Луны, то есть какие ритмы она нам задает?

Для того, чтобы было понятно происхождение циклов различных периодов, рассмотрим лунные месяцы. Аномалистический месяц равен периоду вращения самой верхней точки Луны— перигея вокруг оси, которая проходит через Землю и перпендикулярна плоскости, в которой находится орбита Луны. Точки, в которых орбита Луны пересекает плоскость, в которой находится орбита Земли,

называются узлами. Период вращения линии, соединяющей узлы, вокруг оси, проходящей через Землю и перпендикулярной плоскости, в которой находится траектория Земли, равен драконическому месяцу. Имеется и третий месяц — сидерический. Продолжительность его (27,322 сут) определяется движением Луны относительно неподвижных звезд. Синодический месяц (29,530 сут) равен периоду чередования лунных фаз.

Лунные биоритмы человеческого организма принимают равными половине суммы двух периодов — синодического месяца (29,530 сут) и сидерического месяца (27,322 сут). При этом получим период, равный 28,426 сут. Его обозначают T_2. На основании наблюдений известно, что имеются еще два периода T_1 и T_3, отстоящие от T_2 в ту и другую сторону. $T_1 = 5/6\ T_2$, $T_3 = 7/6\ T_2$. $T_1 =$ 23,60 сут; $T_2 = 28{,}43$ сут; $T_3 = 33{,}16$ сут.

Известно, что T_1 является периодом физического, T_2 — эмоционального, T_3 — интеллектуального биоритмов. Каждый из этих биоритмов отсчитывается от даты рождения данного человека. Половина периода является положительной, другая половина — отрицательной. В день между этими разноименными половинами фаза равна нулю. Эту точку называют нулевой точкой данного биоритма.

Нас интересует главным образом вопрос, как космические условия (геомагнитные бури и др.) влияют на состояние здоровья человека. Было показано на большом статистическом материале, что когда хотя бы два нуля лунных биоритмов (эмоционального, физического и интеллектуального) совпадают, то организму труднее всего настроиться на новые, более тяжелые условия, и поэтому в это время возможны срывы в его работе. Конечно, дело обстоит еще хуже, если совпадают нули всех трех биоритмов. Ослабленные и больные люди чувствительны к переходам через нуль всего одного биоритма.

Добавим, что лунные ритмы проявляются и в возникновении различных заболеваний. Еще в прошлом веке было установлено, что приступы астмы, обострения простудных заболеваний наступают чаще с интервалом в 28, а иногда 23 сут. Позднее было показано, что такие же интервалы разделяют дни с учащением сердечных приступов. Была выявлена также 28-суточная повторяемость в обострении невралгических заболеваний, приступов эпилепсии, мигрени, неврастении, течения маниакально-депрессивных психозов и др.

Лунный ритм совпадает с менструальным циклом. Определенным образом можно с лунными ритмами связать продолжительность нормальной беременности, срок первого шевеления плода и др. Периоды T_1, T_2 и T_3 и соответствующая их трактовка были введены Н. А. Агаджаняном с сотрудниками.

Мы рассмотрели автоколебательную систему, какой является наша Солнечная планетная система. При этом читатель настроился на движение тел, которые воспринимаются наглядно.

Но оказывается, что по существу, с такими же в принципе закономерностями могут быть и колебательные системы совсем другой природы. Ведь нас интересует не то, каковы массы планет, каковы их расстояния и т. д., а только их колебательный режим движения. Если нас интересуют колебательные движения другой системы, например биологической, молекулярной и т. д., то она в этом плане может описываться теми же законами, теми же формулами. Могут быть определены резонансные частоты, время эволюции колебательной системы к резонансному состоянию и т. д. Мы ведем к тому, что сложная система, какой является человеческий организм, является автоколебательной системой. Еще раньше мы установили, что только колебательный режим работы такой системы (даже отдельной клетки) позволяет оптимально настраивать свою работу на сиюминутные внешние условия. Жесткий (один раз навсегда установленный) режим этого сделать не позволяет. Теперь мы видим, что имеется и еще одна причина, почему человеческий организм является системой автоколебательной: он формировался, эволюционировал, совершенствовался как часть материи, которая вся вместе является автоколебательной системой. Человеческий организм, каждый его атом и молекула всегда были пронизаны ритмически меняющимися внешними, космическими факторами, то есть единые ритмы пронизывают как неживую, так и живую материю.

РИТМЫ В РАБОТЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ОРГАНИЗМА

Человеческий организм возник в результате длительной эволюции, которая осуществлялась благодаря приспособительным изменениям в организме, в его строении и формировании. Происходил и происходит ежемоментный прием информации организмом из внешней среды и непрерывная корректировка работы организма. Организм реагирует даже на один-единственный квант света (фотон) или на одну-единственную молекулу химического вещества. Естественно, он столь же чувствителен и к воздействию электрического и магнитного поля, а также электромагнитных излучений, хотя о том, как именно это происходит, мы узнали только недавно и не полностью. Недаром ученый А. Сент-Дьердьи указы-

вал, что "биология, возможно, не преуспела до сих пор в понимании наиболее основных функций из-за того, что она концентрировала свое внимание только на веществе в виде частиц, отдаляя их от двух матриц — воды и электромагнитного поля".

Для того чтобы организм построил свою работу оптимально при данных внешних условиях, он должен работать в колебательном режиме. Если бы внешние условия не менялись, необходимости в этом не было бы. В организме могли бы протекать необходимые процессы превращения веществ с постоянной скоростью. Колебательный режим работы нужен для оптимального согласования с меняющимися внешними условиями.

Имеются регулярные изменения во внешних условиях, которые периодически повторяются в течение всей эволюции биосферы, а значит, и человека. Это те изменения, которые обусловлены вращением Земли вокруг оси и наклоном экваториальной плоскости Земли относительно плоскости эклиптики. От обоих этих факторов зависит поступление на Землю солнечной энергии. В результате вращения Земли вокруг своей оси день сменяется ночью, то есть имеется суточный ритм в изменении внешних условий. Естественно, что в организме человека имеется такой же ритм, который был назван циркадным. Слово "цирка" в переводе с греческого означает около, а слово "дие" — день. Правильное название этого ритма — "циркадиенный" — с течением времени упростилось и превратилось в циркадный. Естественно, что наличие в организме человека суточного (циркадного) ритма отнюдь не означает, что все его органы, системы, все его клетки синхронно в одном ритме меняют свою активность. Отнюдь нет. У каждой клетки, группы клеток, органа, системы имеются свои определенные функции. В то же время все они взаимосвязаны. Их коллективная работа строится так, чтобы обеспечить своевременно всех их энергией в зависимости от их потребностей. В результате суточный ритм каждого из них может оказаться отличным от других. Так, на сегодня известно более 300 ритмов, которые связаны с изменением внешних условий в течение суток. Их называют циркадными.

Хотя периодичность в работе организма, как и периодичность в природе вообще, была подмечена еще в древности, практически все время работу человека изучали в отрыве от этой периодичности. Можно сказать, что этот вопрос начал исследоваться достаточно широко только в последние тридцать лет, хотя изучение биоритмов началось примерно сто лет назад. Такое положение сказалось на подходе к данному вопросу, который просматривается часто и в наше время. Часто можно прочитать, что биологические часы, вмонтированные в человеке, помогают ему в том-то, способствуют тому-то... На самом деле биологические часы не вмонтированы в орга-

низм, а организм сам и является этими биологическими часами, а точнее, системой взаимосвязанных биологических часов, которых имеется по крайней мере не одна сотня. Все они вместе в самой тесной взаимосвязи и являют собой тот комплекс периодических процессов, который мы называем жизнью.

Никто, естественно, не связывает биологические часы с движением механического маятника. Любой периодический процесс может быть часами. Так, в каждой клетке человеческого организма идет высвобождение энергии, необходимой для того, чтобы клетка выполняла свои функции, жила. Это возможно при поступлении внутрь клетки через клеточные мембраны необходимого вещества. Как мы уже видели, таким веществом являются атомы и молекулы, несущие на себе электрические заряды (положительные или отрицательные). Их проход через мембрану регулируется электрическим потенциалом клеточной мембраны. Переработка вещества внутри клетки происходит таким образом, что одна из находящихся там систем начинает вырабатывать какое-то вещество только по мере необходимости, то есть когда его содержание падает ниже определенного уровня. Другая находящаяся здесь система разрушает это вещество также только в том случае, когда его содержание превысит определенный предел, то есть образуются своего рода качели. Окислительно-восстановительные реакции, которые являются основой жизни клетки, получения ею энергии, идут именно таким образом, то есть превращение вещества является самоподдерживающимся процессом. Этот процесс проходит в строго определенном ритме. Поскольку поступление вещества через мембрану клетки должно проходить в определенном ритме, то и электрический потенциал мембраны изменяется в таком же ритме. Так и работают клеточные часы, имеющие свой ритм.

То, что процесс превращения вещества в клетке является самоподдерживающимся, имеет принципиальное значение. Именно это делает клетку стабильной, устойчивой. Ее энергетическая перестройка происходит в определенном ритме. Именно это выделяет живые организмы из всей природы. Если саморегулирующаяся система перейдет некую грань равновесного состояния, она тут же стремится к первоначальному своему состоянию.

Таким образом, человеческий организм, являясь системой автоколебательной, состоит из множества колебательных устройств, которые определенным образом связаны между собой. Каждое из этих устройств имеет свою задачу, которую оно оптимально выполняет, только находясь в определенном колебательном режиме. Но если сменились внешние условия, то вносятся коррективы и в задачу этого устройства. При этом не исключено, что для выполнения новой задачи ему придется менять свой ритм. Но опять же это

зависит от тех задач, которые выполняют колебательные устройства. Например, для обеспечения стабильной работы организма нельзя позволить сильные колебания температуры тела. Поэтому те колебательные процессы, которые за это отвечают, стабильны, они мало изменяются под действием внешних факторов (например, в течение суток). В значительно большей мере при нормальном функционировании организма может изменяться частота пульса. Так, при мышечной работе частота пульса увеличивается значительно. Это не может происходить и при других внешних воздействиях. Можно сказать, что этот ритм (частота пульса) больше подвержен внешним воздействиям, чем ритм в суточном изменении температуры тела. Имеются и ритмы, которые еще больше подвержены воздействию внешних условий. Наиболее устойчивые при изменении внешних условий ритмы назвали внутренними (эндогенными), а явно зависящие от них — внешними (экзогенными). Хотя это деление в принципе является условным.

Мы выше говорили о трех ритмах в работе человеческого организма, которые обусловлены ритмическим движением Луны (период 28 сут.). С одной стороны, ритмы с периодами 28, 28–5 и 28+5 сут. в работе человеческого организма связываются в точности с моментом рождения данного человека. Можно бы поэтому их считать внутренними, тем более что их продолжительность всю жизнь не должна меняться. А с другой стороны, они жестко засинхронизованы периодом вращения Луны (28 сут.), то есть привязаны к внешнему фактору.

Положение Земли относительно Солнца меняется от сезона к сезону. Поэтому в работе организма имеется и сезонный ритм. Как суточный, так и сезонный ритм определяется Солнцем, тем, как Земля подставлена под его лучи. Но приходящая на Землю от Солнца энергия зависит не только от положения Земли, но и от того, что происходит на Солнце. Если произошла солнечная вспышка, то в атмосферу Земли придет больше энергии как в виде волнового излучения (ультрафиолета, рентгеновских лучей и др.), так и в виде потоков заряженных частиц. Такие процессы на Солнце, которые определяют его активность, изменяют свою интенсивность во времени также ритмично. Имеются самые различные ритмы в изменении солнечной активности. Их продолжительность находится в пределах от 27 земных суток (это период обращения Солнца вокруг своей оси, то есть солнечные сутки) до 600 лет и более. Активность Солнца определенным образом (хотя и не полностью) связана с расположением планет, о чем мы уже говорили. Значит, те ритмы, которые прослеживаются во взаимном расположении планет, как и ритмы солнечной активности, с положением планет не связанные, должны прослеживаться в работе человеческого организма.

Если рассматривать реакцию организма на непериодические изменения космических (то есть внешних) условий, то организм обязан откликаться и на них. Он немедленно перестраивает свою работу, с тем чтобы оптимизировать ее режим в новых условиях. Для организма в принципе безразлично, по какой причине изменились эти условия, потому ли, что вы перелетели из Сочи в Норильск, или в результате наступления магнитной бури. Важно только одно, как именно изменились эти условия. Поэтому при возникновении особых внешних условий, например магнитных бурь, изменяется и работа организма, работа его колебательных систем — биологических часов. Так, например, достоверно установлено, что под действием условий во время магнитной бури часто укорачивается продолжительность менструального цикла, несмотря на то, что он синхронизован ритмическим изменением положения Луны. Магнитные бури способны также изменять характер суточных (циркадных) ритмов.

Очень важно уяснить себе следующее обстоятельство. Для того, чтобы организм своевременно и в необходимом объеме мог осуществить перестройку режима своей работы при изменении внешних условий, например, при наступлении магнитных бурь, он должен располагать необходимыми для выполнения такой перестройки запасами энергии. Кроме того, конструктивные элементы организма (стенки сосудов, мембраны клеток, печень и др.) должны быть в нормальном, исправном состоянии для того, чтобы позволить организму работать в новом, более тяжелом режиме. Например, во время магнитных бурь происходит увеличение проницаемости мембран клеток, фактически их повреждение. В результате вещества, обеспечивающие клетки энергией (антиоксиданты), получают возможность частично покинуть клетку, выйти наружу через поврежденную мембрану. Но клетке энергия нужна. Без нее она не может нормально функционировать, жить. Выход один: поставлять внутрь клеток антиоксидантов больше с тем, чтобы, несмотря на их утечку через мембраны, достаточное их количество осталось внутри клетки. Но для этого надо больше производить антиоксидантов. Как известно, в организме человека антиоксиданты вырабатывает только печень. Она одна обеспечивает антиоксидантами все органы организма и в последнюю очередь себя. Значит, для того чтобы во время магнитной бури обеспечить нормальную работу организма, надо работу печени переключить на более эффективный режим. Но это возможно только в том случае, если печень это позволяет, то есть она здоровая. Таким образом, внешние факторы, действующие на организм человека во время магнитных бурь, заставляют его менять свою работу, с тем чтобы она соответствовала новым внешним условиям.

Мы не ставим своей задачей рассказать про ритмы организма все. Это задача целой науки хронобиологии. Укажем только, что поскольку состояние здоровья человека определяется его биоритмами и в разные фазы ритма оно различно, то и действие лекарств на организм в разное время суток не одинаково эффективно.

БИОРИТМЫ И КОСМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Космические факторы могут влиять на биоритмы человеческого организма и таким путем мешать нормальному его функционированию. Сущность биоритмов к настоящему времени достаточно хорошо изучена и отражена в научной и даже популярной литературе. Мы опишем только сам механизм отсчета времени организмом, с тем чтобы понять, как на этот процесс могут влиять космические факторы, и прежде всего электромагнитные поля.

Во всяких часах, в том числе и биологических, должен быть регулирующий механизм. Он и позволяет отсчитывать время. В биологических системах таким механизмом являются одновременно протекающие взаимосвязанные химические реакции. Соотношение скоростей этих реакций и выполняет роль регулирующего механизма часов. Работу такого механизма можно наблюдать наглядно. Еще в 1951 г. Б. П. Белоусов сделал открытие периодически действующих реакций. Он показал, что при смешивании определенных реактивов возникает реакция, которая сама себя поддерживает сколь угодно долго. За ходом этой реакции можно наблюдать, поскольку цвет раствора меняется строго периодически. Собственно, это и есть химические часы.

Впоследствии было установлено, что такие незатухающие колебания, поддерживаемые самой биосистемой, являются основой существования клетки, то есть на основании автоколебательного процесса устроены клеточные часы. Они не являются своего рода приложением к клетке, а клетка может существовать и нормально функционировать именно потому, что является автоколебательной системой, биологическими часами. Важно, что клетка сама поддерживает этот процесс, то есть является самоподдерживающейся системой. Ясно, что это относится и ко всему человеческому организму, поскольку он состоит из клеток.

В основе работы такой системы лежит принцип энергетической переразрядки. Он применим только к живым системам. В живой системе, какой является человеческий организм, имеется много маятников (осцилляторов), обеспечивающих протекание колеба-

тельных процессов с разными периодами. Именно взаимодействие этих осцилляторов в организме и объясняет возможность образования (генерации) биоритмов. Такие автоколебательные системы не могут, находясь в нормальном состоянии, сильно отклониться от своего первоначального равновесного положения. Когда они переходят определенную грань равновесного положения, силы, обусловленные автоколебаниями, снова возвращают их к первоначальному состоянию. Это можно понять на таком простом примере. Пивоваренная кислота образуется из гликогена. В этом процессе выделяется энергия. Для того чтобы смог идти обратный процесс, необходимо поставлять энергию, поскольку процесс идет с поглощением энергии. Эти два противоположных процесса являются встречными, конкурирующими. Ход этих процессов регулируется концентрацией вещества. Для того чтобы процесс (реакция) начался, необходимо определенное количество вещества. Пока вещество не накопится в таком количестве, реакция не начнется. По такому принципу идут реакции внутри клеток. Это относится и к циклу трикарбонатных кислот Кребса (который является циклическим метаболическим процессом) и к циклу (круговороту) окисления и восстановления серосодержащего вещества в протоплазме клеток.

Таким образом, автоколебания в клетке зависят от ее кинетических характеристик по типу релаксационных колебаний. Одна из внутриклеточных систем отсчета времени начинает вырабатывать какое-либо вещество только тогда, когда количество этого вещества падает ниже некоторого критического уровня. Это вещество разрушается другой внутриклеточной системой в других реакциях. Но процесс разрушения наступает также только в том случае, если его количество превысит определенную величину. Процесс напоминает своего рода качели. Создается строго периодический процесс превращения вещества, который сам себя поддерживает. Период этого процесса остается строго постоянным.

Хотя этот процесс и является самоподдерживающимся, это не означает, что он независим от внешних условий. Никакая биосистема не может существовать независимо от внешних условий. Незатухающие колебания в биосистемах (и конечно, отдельных клетках) возможны только при обеспечении постоянного притока вещества (и энергии) извне. Скорость реакции будет тем больше, чем выше концентрация исходных субстратов в среде.

Чтобы обеспечить постоянную скорость реакций, то есть высокую точность биологических часов, клетка включает в работу (в реакции) не все вещество, которое поступает через ее мембрану из внешней среды. Часть поступившего вещества запасается в клетке в неактивной форме. Таким образом, имеющиеся в клетке своего рода

буферные системы обеспечивают высокую стабильность работы клеточных часов. Поэтому они способны надежно "показывать правильное время" и в неблагоприятных условиях. Это относится, например, к повышению температуры внешней среды. Было показано, что изменение температуры на 10 °С не изменяет периода колебания, то есть хода биологических часов.

То, что первоосновой всех жизненных процессов в клетке, основой ее существования служат колебательные процессы (биологические часы), подтверждается таким установленным фактом, что часы идут и после того, как искусственно приостановлено деление клеток, то есть при аминокислотном голоде. Именно клеточные биохимические часы регулируют деление клеток. Они должны быть исправными и точными всегда, чтобы при нормальных условиях, необходимых для деления клеток, вновь запустить процесс их деления.

В живых системах, в том числе и в человеческом организме, имеется много биологических ритмов. Они связаны с изменением условий во внешней среде. Это и изменение освещенности в течение суток (суточный ритм), и сезонные изменения условий (сезонный ритм), и 11-летний ритм, обусловленный изменением солнечной активности, и т. д. Специалисты сходятся на том, что в работе человеческого организма обнаруживается не менее трехсот биоритмов различной продолжительности. Но главным биоритмом является суточный, или циркадный, ритм. Он связан с вращением Земли вокруг своей оси. Циркадный ритм обнаруживается у всех растений и животных.

Суточный ритм у человека является регулятором работы всех органов. Специалисты это описывают так: "Свет через сетчатку глаза раздражает нервные окончания, возбуждает срединные структуры мозга (гипоталамус), затем действует на шишковидную железу — гипофиз, который, в свою очередь, посылает сигнал готовности корковому слою надпочечников, поджелудочной, щитовидной и половым железам. В кровь поступают гормоны — адреналин, норадреналин, тироксан, тестостерол. Они соответствующим образом раздражают нервные окончания, заложенные в сосудах, мышцах, клетках. Отсюда система нейрогормональных механизмов получает по обратной связи сигналы о состоянии и работе различных органов. В результате циркадной ритмикой оказываются охваченными клетки и ткани всего организма, а сам он выступает как единое сложное образование, регулируемое центральной нервной системой".

Такой же механизм объясняет не только суточные, но и месячные, сезонные и другие ритмы. Н. А. Агаджанян справедливо писал: "Здоровье и работоспособность человека во многом определяются состоянием его биологических ритмов. Дело заключается в

том, что целостный организм может существовать только при определенных фазовых соотношениях разных колебательных процессов в клетках, тканях, органах и функциональных системах, с одной стороны, и с другой стороны, при их синхронизации с условиями окружающей среды... понимание роли и значения ритмов в жизненных процессах позволяет предвидеть всевозможные нарушения в организме, вскрывать их механизмы и разработать эффективные мероприятия по предупреждению и коррекции этих нарушений".

Опытным путем было показано, что под действием естественных и искусственных электромагнитных полей изменяется продолжительность циркадных ритмов. Опыты проводились следующим образом. Были отобраны две группы здоровых людей одинакового контингента. Одна группа испытуемых помещалась в подземном помещении в комнате, которая была защищена, экранирована от магнитного поля Земли. Другая группа находилась в такой же комнате, но не экранированной от магнитного поля Земли. Опыты проводились в течение 4 недель.

На испытуемых, которые находились в экранированной комнате, воздействовали искусственным электромагнитным полем напряженностью 25 мВ/см за 1 с частотой 10 Гц. Это поле подавалось в двух горизонтальных направлениях, которые взаимно перекрещивались. О том, что комната экранирована, и о воздействии электромагнитным полем испытуемые не знали. В продолжение экспериментов у испытуемых измеряли время активной деятельности и отдыха, температуру тела, выделительную функцию почек, электролитный состав мочи и некоторые другие показатели. Что дали эти эксперименты?

Эксперимент показал, что у людей, которые были изолированы от магнитного поля Земли, то есть находились в экранированной комнате, продолжительность циркадных ритмов изменялась, она уменьшалась на 1,27 ч. Одновременно было зарегистрировано явление внутренней десинхронизации. Оно состояло в том, что у людей ненормально удлинялся период активности. Он достигал 30—40 ч. При этом период вегетативных функций оставался почти нормальным (примерно 25—26 ч — при норме 24). Между той и другой периодичностью отсутствовала какая-либо связь, то есть имела место десинхронизация. Когда на испытуемых стали воздействовать искусственным электромагнитным полем, явление десинхронизации исчезло. У той группы, которая находилась в неэкранированной комнате и на которую действовало магнитное поле Земли, явление десинхронизации не наблюдалось. Эти опыты подтверждают влияние внешних электромагнитных полей на биоритмы человеческого организма.

Под действием искусственных магнитных полей с частотой 0,01—5 Гц и напряженностью 1000 гамм резко изменяется характер электроэнцефалограммы. Под действием слабых переменных магнитных полей у испытуемых регистрировалось увеличение частоты пульса, ухудшение самочувствия (появление слабости, головной боли, чувства тревоги и т. д.). Электрическая активность мозга при этом сильно изменялась.

Явление десинхронизации, или рассогласования биологических ритмов, приводит к различным нервно-психическим заболеваниям, таким, как неврозы и неврозоподобные состояния. Десинхронизация угрожает превратить гармонично функционирующую систему жизненных отправлений в хаотическое нагромождение колебаний, которые не связаны между собой. Изменение внешних условий во время солнечных и магнитных бурь оказывает влияние на биоритмы человеческого организма. Наиболее пагубно это влияние проявляется в случае больного организма, состояние которого в этих условиях может существенно ухудшиться.

ЧАСТЬ ПЯТАЯ

РИТМЫ КОСМОСА В ЖИЗНИ ЗЕМЛИ

ВЛИЯНИЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НА АТМОСФЕРУ И ГИДРОСФЕРУ

Влияние солнечной активности на атмосферу должно прежде всего проявиться в изменений ее циркуляции. Если поместить воздух в каком-либо ограниченном объеме (сколь угодно больших размеров), то он как единое целое будет оставаться неподвижным в том случае, если во всех местах этого объема будут сохраняться одинаковыми температура и давление воздуха. В таких условиях нет причин для перемещений отдельных масс воздуха из одного места в другое. (Конечно, отдельные молекулы и атомы воздуха находятся в непрерывном движении.) Если же в одном месте воздух будет нагрет больше, чем в другом, то его давление также изменится соответствующим образом: где больше температура газа, там больше и его давление. Давление — это сила. Она толкает массы воздуха в те места, где давление меньше. В результате происходит такое движение газа, которое стремится выровнять образовавшийся дисбаланс. Движение воздуха в атмосфере происходит по этой же причине. Экваториальная часть атмосферы сильно нагрета солнечным излучением. Приполюсные области нагреты значительно меньше. Поэтому между полюсами и экватором развивается циркуляция воздуха, которая стремится выровнять распределение температуры атмосферы в глобальном масштабе. Но это движение более сложное, чем в любом замкнутом объеме, поскольку воздух при своем движении от экватора к полюсам меняет свои качества. Так, приземный воздух в экваториальном поясе не только теплый (горячий), но и очень влажный. Будучи горячим, он поднимается вверх и далее движется в направлении полюсов. Но, поднявшись вверх в экваториальном поясе, он теряет свою влагу (сбрасывает ее в виде осадков). Превратившись в сухой воздух, он движется в направле-

нии полюсов. Но до полюсов он не доходит. Пройдя примерно треть своего пути, он опускается и создает здесь зону повышенного атмосферного давления. Естественно, что такая зона имеется в каждом полушарии. От зоны повышенного давления воздух должен устремляться в места, где давление меньше, то есть к экватору и полюсу. Поэтому воздух от зон на широтах +30° движется к экватору и к полюсу. Кстати, в этих зонах сухого горячего воздуха, где атмосферное давление повышено, находятся практически почти все большие пустыни мира. Воздух, движущийся обратно к экватору, есть не что иное, как ветры-пассаты. За счет того, что Земля вращается вокруг своей оси, на движущиеся массы воздуха действует сила Кориолиса. Она заставляет движущийся к экватору воздух смещать направление своего движения к западу, а ветры, направленные к полюсу, смещают свое направление к востоку, то есть становятся юго-западными. Это в северном полушарии. В южном полушарии направления ветров симметричны относительно направлений в северном полушарии. Когда воздух движется на северо-запад, то можно считать, что он движется одновременно вдоль меридиана (на север) и вдоль параллели или вдоль зоны (на запад). Поэтому говорят о меридиональных (север-юг) и зональных (восток-запад) ветрах. Характер циркуляции принципиально отличен в тех случаях, когда преобладают меридиональные или зональные ветры. Ясно, что при движении воздуха на запад, то есть при зональных ветрах, не происходит эффективного обмена теплом между экватором и полюсами. Если же преобладает меридиональная циркуляция, то есть воздух направлен от экватора к полюсами, то такой обмен эффективен.

Вокруг каждого полюса имеется область тяжелого холодного воздуха. Форма и размеры этой области зависят и от подстилающей поверхности (океан или суша). Этот холодный воздух постоянно атакуется теплым сухим воздухом, который идет из юго-запада. Между ними образуется граница, которая как будто гофрирована. Образуется своего рода “юбка”, которая быстро вращается вокруг полюсов. Дело в том, что ветер зависит от подстилающей поверхности и от формы суши. Цепи гор мешают движению воздуха. Поэтому он подходит к приполярной холодной области не одинаково со всех направлений, а струями, волнами. Поэтому и образуется волнами “гофре” холодной полярной “юбки”. Эти волны тем интенсивнее, чем больше сила, которая их гонит, то есть чем больше перепад температуры между экватором и полюсами.

Приполюсные вихри холодного воздуха оказывают большое влияние на атмосферную циркуляцию, то есть на формирование погоды в разных местах. Формирование погоды в данном месте связано с прохождением там областей повышенного или пониженного давления.

Воздух движется не только в приземном слое, но и на высотах всей тропосферы. Образуются ячейки, в которых вверху воздух движется в направлении, которое противоположно тому, куда движется воздух внизу, у земли. Но и в горизонтальной плоскости движение воздуха является вихревым. Движущийся воздух представляет собой большие вихри, размеры которых примерно 1000 км. В одних из вихрей, которые называются циклонами, воздух закручивается в том же направлении, в каком вращается Земля. Циклоны — это области пониженного атмосферного давления. Они несут с собой ветреную, ненастную погоду, которая холодная летом и теплая зимой. Воздушные вихри с противоположным направлением вращения воздушной массы являются областями повышенного атмосферного давления и называются антициклонами. С ними связана сухая ясная погода. Антициклон приносит зимой холод, а летом — тепло.

В зависимости от общей циркуляции атмосферы путь циклонов будет различным. Под действием космических факторов может изменяться общая циркуляция атмосферы, а значит и путь прохождения циклонов, то есть погода и климат.

Таким образом, атмосферная циркуляция определяется неравномерным нагревом атмосферы, вращения Земли, подстилающей поверхностью и наличием гор, циклонической деятельностью. В дальнейшем мы убедимся в том, что солнечная активность и другие космические факторы оказывают существенное влияние на атмосферную циркуляцию.

Процессы в гидросфере непосредственно связаны с атмосферными процессами (количеством осадков и т. д.). При поиске причин, которые вызывают циклические изменения в атмосфере и гидросфере, надо иметь в виду не только циклические изменения солнечной активности, но и изменение приливообразующих сил с периодом в 17—19 лет, а также циклические изменения радиуса перемещения оси вращения Земли с периодом 6—7 лет.

Было проведено исследование годового стока рек в Средней Азии и Сибири в зависимости от солнечной активности. Даже простое сопоставление тех и других данных показало, что между ними имеется хорошая согласованность.

Была сопоставлена интенсивность меридиональной и зональной циркуляции атмосферы с солнечной активностью за продолжительный период времени. Оказалось, что колебания зональной составляющей атмосферной циркуляции, то есть колебания ветров в направлении запад—восток увеличивается каждый раз (без исключения) при усилении солнечной активности. Данные были взяты по различным долготным секторам (Сибирский сектор. Тихоокеанский сектор, Американский сектор, Атлантический сектор) и сум-

марные показатели по всему северному полушарию. Оказалось, что практически во всех долготных секторах происходят однотипные (однофазные) изменения атмосферной циркуляции, то есть они носят глобальный характер.

Колебания меридиональной циркуляции связаны с солнечной активностью менее четко, чем зональной. В одних случаях во время высокой солнечной активности наблюдаются и наибольшие колебания меридиональной атмосферной циркуляции. В других случаях они приходятся на время минимальной солнечной активности. Но это не говорит о каком-либо произволе. Такие переходы от одной зависимости к другой (фазовые переходы) происходят тогда, когда происходит перелом тенденции затухания показателей атмосферной циркуляции на тенденцию роста (а также наоборот). Мы встречаемся с переломами хода земных процессов. Они происходят чаще всего при неожиданных, неплановых, отличных от нормы, изменениях солнечной активности.

Воздушные массы, приходящие с запада (с Северной Атлантики и Средиземного моря через Европу), приносят в район Сибири осадки, в результате которых водоносность рек увеличивается. Если приток этих воздушных масс по каким-то причинам уменьшится, то понизится и водоносность рек этого региона. Помешать этому притоку западных воздушных масс могут движения холодного арктического воздуха, то есть усиление меридиональной циркуляции (по направлению от полюса к средним широтам). В определенные эпохи зональная циркуляция (западные ветры) очень хорошо развиты, а в другие — они подавлены. Так, до 1928 г. зональная западная циркуляция Сибирского сектора была подавлена. После же 1928 г. она развивалась очень выраженно. Поэтому в этот период прослеживается очень четкая связь между этой циркуляцией и стоком рек этого региона. До 1928 г. такой четкой связи не наблюдалось. Поскольку холодные воздушные массы из Арктики блокируют западную циркуляцию, то тем самым они приводят к уменьшению водоносности рек этого региона. До 1933 г. повторяемость меридиональной циркуляции была в пределах нормы. За этот период и прослеживается четкая связь между ее усилением и уменьшением водоносности рек Сибири. После того как меридиональная циркуляция ослабла (начиная с 1934 г.), она больше не смогла препятствовать поступлению в регион влажного теплового воздуха с запада. Поэтому она перестала оказывать влияние на водоносность рек Сибири.

Следует иметь в виду, что не всегда арктический холодный воздух перекрывает путь влажному теплому западному ветру, который несет в себе осадки. При их соприкосновении возможна и такая ситуация, когда от воздействия холодных масс арктического

воздуха быстрее и интенсивнее выпадают осадки из теплого западного воздуха. О таком исходе свидетельствуют данные о водоносности рек в Восточной Сибири. Такая ситуация может реализоваться в теплый сезон года, но не зимой.

Эти факты еще раз говорят за то, что нельзя искать только непременно прямые связи между солнечной активностью и земными процессами, в частности, водоносностью рек. Если такой прямой связи нет, то это не значит, что солнечная активность не влияет на сток рек. Поскольку водоносность рек зависит от солнечной активности посредством атмосферной циркуляции, то возможны различные варианты этой связи в зависимости от того, какая составляющая атмосферной циркуляции преобладает: зональная или меридиональная. Когда преобладает зональная составляющая атмосферной циркуляции, то именно она определяет водоносность рек Сибири. В эпохи, когда она подавлена, преобладает меридиональная циркуляция атмосферы, водоносность рек зависит от нее: в одних случаях ее усиление понижает водоносность, перекрывая полностью дорогу теплому влажному западному ветру, а во втором случае (летом) способствует образованию осадков из западных воздушных масс.

Если мы рассматриваем другой регион Земли, то все может выглядеть по-иному. Важно, какие воздушные массы сюда попадают, какие из них приносят осадки, а какие из них не только не приносят их, но и препятствуют образованию осадков и т. д. Поэтому и получается, что в разных регионах Земли зависимость хода природных процессов от солнечной активности различная. Но это различие отнюдь не означает какого-либо противоречия, оно тем более не означает отсутствия зависимости данного процесса от солнечной активности.

Это можно проиллюстрировать ситуацией со стоком рек в другом, ближнем к Сибири регионе — Средней Азии. Здесь зависимость водостока рек от атмосферной циркуляции иная. Поскольку регион Средней Азии находится дальше от Арктики, чем Сибирь, влияние холодных арктических масс воздуха на количество осадков, а значит и на водоносность рек меньше, чем в Сибири. Практически в Средней Азии количество осадков (и водоносность рек) зависят всецело от тональной циркуляции, то есть от теплых влажных масс воздуха, приходящих с запада.

Таким образом, солнечная активность оказывает влияние на водоносность рек путем изменения количества осадков, которое, в свою очередь, определяется характером атмосферной циркуляции. Последнее звено связи мы выяснили. Так как же обстоит дело с зависимостью между конечными звеньями этой цепи, то есть между солнечной активностью и водоносностью рек? Ясно, что

для разных регионов эта зависимость будет различной. В одних увеличение солнечной активности приведет к уменьшению водостока рек. Это справедливо для Средней Азии. В этом случае говорят, что эти величины изменяются в противофазе (сдвиг фаз на 180°), то есть максимум солнечной активности совпадает с минимумом водоносности рек. Такая же зависимость (в противофазе) между солнечной активностью и водостоком рек имеет место и для Зауралья, и Восточной Сибири (река Лена). Более сложная зависимость имеет место на юге Восточной Сибири (р. Ангара, верхний Енисей, о. Байкал), а также в Западной Сибири. Здесь в разные эпохи развития атмосферной циркуляции зависимость разная. Так, в те эпохи, когда преобладает движение теплых воздушных масс с запада (то есть 1928 г.), водоносность рек в Западной Сибири и на Дальнем Востоке изменялась синфазно с изменением солнечной активности, то есть максимуму одной величины соответствовал максимум другой, а в бассейнах озера Байкал и р. Енисей сдвиг по фазе составил 90°.

К настоящему времени выполнены только первые исследования связи процессов в гидросфере с солнечной активностью. Они подтвердили эту связь. В дальнейшем предстоит исследовать эти связи в полном объеме. Конечно, это относится не только к процессам в атмосфере, но и к другим природным процессам на Земле. Зачем это надо? Зная причину изменения этих процессов, можно будет уверенно прогнозировать их развитие на ближнее и отдаленное будущее. Значение таких достоверных прогнозов для жизни человека очевидно.

Объемные исследования связи атмосферной циркуляции с солнечной активностью были выполнены под руководством Э. Р. Мустеля. Использовались данные многих метеорологических станций. Главным параметром, определяющим характер атмосферной циркуляции, является давление. Именно перепады в давлении заставляют воздух двигаться туда, где давление меньше. Для исследований были выбраны конкретные периоды, когда Землю с ее магнитосферой окутал поток солнечных заряженных частиц. Магнитосфера Земли под давлением потока заряженных частиц возмущается, происходит магнитосферная буря. Одним из признаков бури в магнитосфере является магнитная буря, то есть возмущение магнитного поля Земли. Именно по степени возмущенности магнитного поля и отбирались периоды, за которые анализировалось изменение атмосферного давления. Поскольку во время магнитосферных бурь часть энергии заряженных частиц передается в атмосферу, то можно ожидать, что вызванные вносом этой энергии процессы изменят распределение атмосферного давления. Были отобраны 834 периода нахождения Земли в потоках солнечных заря-

женных частиц (которые имели место с 1890 по 1967 г.). Анализ проводился дифференцированно, то есть раздельно для разных сезонов и разных метеостанций.

Было показано, что спустя некоторое время после начала магнитной бури атмосферное давление действительно меняется: в одних регионах оно увеличивается, а в других — уменьшается. Правда, величина (амплитуда) колебания давления, которое можно уверенно связать с магнитной бурей, намного меньше того размаха изменения давления, которое сопровождается ураганами и штормами. Были выделены шесть районов, в каждом из которых наблюдались однотипные изменения атмосферного давления. Это — Восток СССР, Западная Сибирь, Европа, окрестности Карского моря, Северная Атлантика.

Анализ показал, что на Востоке СССР, в Северной Атлантике и на Канадском архипелаге после начала магнитной бури атмосферное давление уменьшается. В это же время в Европе, Западной Сибири и в окрестности Карского моря атмосферное давление увеличивается. Наиболее эффективно и быстро энергия солнечных заряженных частиц вносится в атмосферу в высоких широтах, в овале полярных сияний, на широтах вблизи 70°. Поэтому уже через двое суток в высокоширотных районах меняется атмосферное давление. Чем дальше в сторону экватора от овала полярных сияний, тем больше надо времени, чтобы энергия солнечных потоков заряженных частиц попала в атмосферу и вызвала там изменение атмосферного давления. Так, в Восточной части СССР атмосферное давление изменяется только спустя четверо суток. При этом с увеличением широты уменьшается амплитуда изменения атмосферного давления.

Эффективность воздействия солнечных заряженных частиц на магнитосферу зависит от направления межпланетного магнитного поля. Было показано, что направление межпланетного магнитного поля проявляется и в атмосферных процессах: при изменении знака магнитного поля существенно изменяется зональная циркуляция атмосферы.

Ветровой режим атмосферы на высотах 6—120 км также зависит от солнечной активности. Исследования проведены В. Ф. Логиновым по данным станций ракетного и аэрологического зондирования атмосферы в 1962—1970 гг. над Тихим океаном и Северной Америкой. Было показано, что при увеличении солнечной активности ослабляется циркуляция атмосферы в поясе с широтами меньше 40° с. ш. Ранее было установлено по данным о торможении искусственных спутников в атмосфере Земли, что с ростом солнечной активности увеличивается плотность атмосферного газа в верхней атмосфере (где летали спутники).

Развивающиеся в атмосфере процессы при воздействии внешних факторов, связанных с солнечной активностью, зависят от того, в каком состоянии в момент воздействия находится атмосферный газ. Поэтому зависимость атмосферной циркуляции от солнечной активности различна в разные сезоны года, на разных широтах и долготах. Это следует из всех выполненных исследований.

До сих пор рассматривая глобальную циркуляцию атмосферы, мы говорили только об одной зоне максимального нагрева атмосферы, которая находится в экваториальном поясе. Но ведь имеется и вторая зона, где нагрев атмосферного газа большой. Это та зона в высоких широтах, куда в атмосферу вторгаются заряженные частицы и в различных процессах передают свою энергию атмосферному газу. Эта зона и есть овал полярных сияний. Грубо она расположена между 65 и 75° с. ш. (в северном полушарии). Именно в этой зоне наблюдаются чаще всего антициклоны большой силы. В зоне полярных сияний происходят частые нарушения установившейся атмосферной циркуляции, то есть зональная атмосферная циркуляция часто меняется, возмущается. Вторжение заряженных частиц в зоне полярных сияний зависит прямым образом от солнечной активности. Поэтому естественно, что от солнечной активности зависит и характер зональной атмосферной циркуляции. Значит, в нем должны проявлять себя как 11-летний, так и вековой цикл изменения солнечной активности. Сопоставление данных (после определенной обработки) о зональной атмосферной циркуляции с уровнем солнечной активности за периоды максимальной солнечной активности уменьшается повторяемость зональных атмосферных процессов. Это и понятно, поскольку для повторяемости необходима стабильность, а при частом вторжении в атмосферу зоны полярных сияний о какой ее стабильности может идти речь? Стабильность больше при низкой (минимальной) солнечной активности. Поэтому в минимумах солнечной активности, когда нагрев атмосферы заряженными частицами в зонах полярных сияний минимален, увеличивается повторяемость зональных процессов, ветров, направленных в долготном направлении запад—восток. В зонах полярных сияний больше всего меняется атмосферное давление в продолжении 11-летнего цикла солнечной активности. Причина та же: атмосфера подвержена действию потоков солнечных заряженных частиц. Такая же зависимость зональной циркуляции атмосферы от уровня солнечной активности прослеживается и в течение векового цикла солнечной активности. Вековой цикл солнечной активности в начале нашего столетия имел минимум, то есть солнечная активность в максимумах 11-летних циклов была небольшой, минимальной.

Поэтому в начале нашего века повторяемость зональной циркуляции была высокая. В 30-е годы уровень солнечной активности в вековом цикле вырос. Резко упала в это время и повторяемость зональной циркуляции, поэтому стал меняться климат: началось потепление Арктики. Это произошло потому, что ветры стали преимущественно меридиональными, значит усилился обмен теплом между горячей экваториальной зоной и холодной приполярной областью. Свидетельств потепления Арктики после 1930 г. много. Так, побережье северных морей в начале нашего столетия было сплошь покрыто льдами. С начала нашего столетия началось потепление Арктики, связанное с усилением солнечной активности в вековом цикле. К 1930 г. льды стали отступать. Показателем изменения ситуации может служить тот факт, что в это время можно было обогнуть Новую Землю со стороны полюса на обычном судне, даже не подготовленном для плавания во льдах. В 1945 г. потепление Арктики достигло своего максимума. После этого средневековая температура воздуха начала падать. Началось очередное похолодание. Льды Арктики снова сползают все ниже и ниже. Из-за похолодания урожайность трав в Исландии уменьшилась на четверть и продолжает падать. Продолжительность вегетационного периода в результате похолодания существенно уменьшилась. Так, в Англии по сравнению с 1950 г. она упала на 2 недели и продолжает падать. По данным наблюдений со специальных метеоспутников было установлено, что в северном полушарии территория, покрытая снегом и льдом, увеличилась в 1971 г. на 12%. Мало того, она продолжает увеличиваться. Круглый год в настоящее время покрыты снегом Баффинова Земля (в Канадской Арктике), которая раньше полностью освобождалась от снега в летнее время. Таким образом, происходит расширение холодной полярной шапки.

УРОВЕНЬ ВОДЫ В ОЗЕРАХ И СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ

К изменению количества осадков и температуры воздуха чувствительны и озера, особенно степные. Чем больше осадков, тем уровень воды в них, естественно, должен быть выше. С другой стороны, увеличение температуры воздуха приводит к ускорению испарения воды с поверхности озера. В результате уровень воды понижается. Таким образом действуют одновременно оба фактора. Ясно, что уровень воды в озере не сразу, не мгновенно изменяется с изменением количества осадков. Имеется определенное опаздыва-

ние. Наблюдения показывают, что проходит 2—4 года после времени самых активных осадков, прежде чем уровень воды в озере достигнет максимальной величины. В какой-то мере это понятно, так как озеро не является резервуаром с непроницаемыми стенками. Часть воды из него уходит в почву, а она насыщается не сразу.

Изменение солнечной активности вызывает изменение атмосферной циркуляции, в результате чего изменяется количество осадков. Изменение количества осадков и температуры воздуха приводит к тому, что имеют место колебания уровня воды в озерах относительно "нормы". Годы маловодья (очень низкого, низкого и среднего) сменяются годами многоводья (среднего, высокого, очень высокого). А. В. Шнитников исследовал изменение уровня степных озер между Уралом и р. Обь в течение более чем 200 последних лет. Оказалось, что за это время уровень воды в озерах непрерывно колебался, то озера были "с верхом" заполнены водой, то они полностью высыхали. В. В. Зверинский еще в прошлом веке писал: "Днища многих озер поросли травой и превратились в луга, на которых ставилось сено, а иные возделывались под посев хлеба и льна, с 1854 г. все высохшие озера стали наполняться водой и в 1859 г. сделались настоящими озерами". Всего таких циклов с конца XVII в. до середины нашего столетия имелось 7. Время от одного максимального многоводья до соседнего изменялось за указанные 250 лет так: 45, 39, 34, 39, 29, 19, 36 лет. Примерно в тех же пределах находились периоды, отсчитываемые между соседними наиболее низкими маловодьями (47, 40, 31, 47, 31, 20, 38 лет). Уровень воды в озерах менялся примерно по такой схеме. Вначале в течение 2—3 лет уровень воды повышался. Затем в течение времени от 2 до 6 лет уровень воды сохранялся примерно на постоянной высоте. После этого наступал неустойчивый максимум, то есть уровень воды достигал наибольшей высоты. Этот максимум длился 1—3 года. После этого непродолжительного максимума уровень воды в озерах начинал медленно, в течение 12—20 лет, понижаться. Самый низкий уровень озер сохраняется примерно в течение 6—8 лет. Но он является неустойчивым.

Уровень воды в озерах зависит и от подпитки в результате таяния снегов, то есть от того, сколько выпало снега зимой. Питать озера могут и ледники, поскольку они тают, а также снежники, то есть снежный покров, который не тает летом полностью. Снежники — это сугробы снега, находящиеся в складах местности и поэтому не тающие, или же целые скопления лавинного снега.

Если говорить о тех озерах, которые в минимуме этого периода не высыхают вообще, то есть о крупных озерах, то уровень воды в них может изменяться в пределах примерно 5 метров. У мелких озер эти изменения меньше (примерно 3 метра).

Циклические изменения в пределах векового цикла солнечной активности (их называют внутривековыми) происходят в самых различных природных процессах, а не только в наступлении засух, изменении водоносности рек и уровня воды в озерах. В частности, на изменение солнечной активности в пределах векового цикла реагирует ледовитость северных морей. В. В. Бетиным и Ю. В. Преображенским была исследована ледовитость Балтики и суровость зим в Европе за период с 1770 по 1950 г. Ставилась цель составить прогноз этих измерений на предстоящие тридцать лет, то есть до 1980 г. Предсказанное изменение ледовитости Балтики неплохо оправдалось: предсказанная на 1959—1960 гг. максимальная ледовитость Балтики действительно имела место, а после 1960 г., как и было предсказано, началось уменьшение ледовитости Балтийского моря. Исследования показали, что ледовитость Балтийского моря изменяется с разными периодами продолжительностью 22—20, 15—11, 6—5 лет и даже 3—2 года. Примерно так же изменяется и температура воздуха (использованы данные измерений температуры в Хельсинки).

ВЛИЯНИЕ КОСМОСА НА РАСТЕНИЯ

Самым наглядным проявлением влияния условий в космосе на жизнь растений на Земле является чередование толщины годичных колец деревьев. Таблица годичных колец деревьев зависит от количества осадков, или, другими словами, от характера атмосферной циркуляции. А атмосферная циркуляция зависит от условий в космосе (от солнечной активности) как в пределах 11-летнего цикла солнечной активности, так и в вековом и 1800-летнем цикле.

Профессор Ф. Н. Шведов считал, что характер чередования годичных колец деревьев является такой же достоверной летописью осадочной деятельности атмосферы, как и листки, которые снимают с метеорологических самопишущих аппаратов. Конечно, это не значит, что толщина годичного прироста деревьев зависит только от солнечной активности и является одинаковой в разных регионах Земли, в разных условиях. На росте деревьев сказывается и характер местности, где они растут, и вид самих деревьев. Но тем не менее практически всегда очередность в изменении толщины годичных колец четко связана с изменением солнечной активности. Наиболее полные данные об этой связи были получены астрономом А. Дугласом. Впоследствии они были существенно дополнены другими исследователями. А. Дуглас стремился выбирать долго-

живущие деревья, что дало ему возможность проследить влияние солнечной активности на рост деревьев в течение веков и даже тысячелетий. Первое, на что обратил внимание А. Дуглас, было то обстоятельство, что на срезах секвойи, имеющих тысячи годичных колец (3200 лет), обычно чередуются годичные кольца быстрого роста (большой толщины) и годичные кольца медленного роста (тонких).

Но более детальный анализ показал, что жизненная активность растений (а значит и большая толщина годичных колец) проявляется не только один раз в 11 лет в максимуме солнечной активности, но и между максимумами, то есть при минимальной солнечной активности. Это наглядно видно из рис. 40, на котором доказан прирост деревьев (верхняя кривая) и солнечная активность (нижняя кривая), полученные А. Дугласом на основании анализа данных о приросте деревьев в лесах Англии, Норвегии, Швеции, Германии и Австрии. Видно, что максимумы в толщине годичных колец приходятся как на годы максимальной, так и на годы минимальной солнечной активности. Правда, в последнем случае прирост меньше, чем в первом. Как это понять? Что заставляет растения при минимальной солнечной активности развиваться активнее? В сущности, здесь парадокса нет. Просто мы определяем солнечную активность (как это ни странно) не совсем правильно. Уровень солнечной активности определяется величиной чисел Вольфа (относительных чисел солнечной активности). А числа Вольфа определяются числом солнечных пятен. Что же влияет на развитие растений? Конечно, не число солнечных пятен и не число их групп. На развитие растений оказывает влияние прежде всего характер атмосферной циркуляции, а конкретно — количество осадков и температура воздуха. Но характер атмосферной циркуляции зависит от той солнечной энергии, которая переносится от Солнца в верхнюю атмосферу Земли потоками заряженных частиц. Если бы мы определяли солнечную активность не числами Вольфа, а величиной этой энергии, то получили бы на приведенном графике лучшее соответствие кривых. Это произошло бы за счет того, что определенная таким образом (через энергию заряженных частиц) солнечная активность имела бы в продолжение 11 лет не один, а два максимума. Второй, меньший максимум, пришелся бы там, где числа Вольфа дают глубокий минимум. Если большой максимум достаточно хорошо описывается числами Вольфа, то второго максимума они не показывают. В это время (в годы минимальной солнечной активности) солнечная энергия переносится заряженными частицами, которые не связаны с солнечными пятнами. Поэтому и возможна ситуация, что солнечная энергия, переносимая заряженными частицами от Солнца к Земле, довольно велика, а солнечная

активность низка, минимальна. Таким образом, два максимума в толщине годовых колец деревьев соответствуют двум максимумам истинной солнечной активности. Эта зависимость настолько стабильна, неизменна, что ее можно использовать "наоборот", то есть по характеру изменения толщины годичных колец деревьев определять величину солнечной активности.

А. Дуглас выполнил большой объем работ, которые были отнюдь нетривиальными. Будучи астрофизиком, он, в сущности, занялся, как казалось на первый взгляд, чисто биологической проблемой. Не было средств для перевозки древесных спилов с разных материков. На это уходила часть собственного заработка. Не хватало рабочих рук — помогала семья А. Дугласа. Тем не менее дело было сделано. И какое дело! Оно позволило не только показать, сколь тесно мы связаны с космосом (раз связана с ним жизнь растений, значит, связана с ним и наша жизнь, жизнь всей биосферы), но и дать в руки специалистов различных профилей новый мощный инструмент, позволяющий определять хронологию по спилам деревьев. В сущности, появилась новая наука — дендрохронология. Надо добавить, что создавал дендрохрогнологию А. Дуглас не только по спилам деревьев, но и с привлечением археологии. Те периоды, которые не перекрывались срезами деревьев, он восполнял деревьями (бревнами), которые были спилены ранее, но хорошо датировались. Так, он использовал бревна из развалин древнеиндейского поселения Хопи. Датирование бревен было проведено археологами на основании найденных здесь же осколков глиняной посуды. Любопытно указать, что за вторую половину XVII в. данные дендрохронологии А. Дугласа хорошо согласовались с солнечными данными только после того., как астроном из Гринвича Е. Маундер уточнил солнечные данные за этот период.

Ф. Н. Шведов озаглавил свою статью о возможных прогнозах засухи так: "Дерево как летопись засух". Исследования показали, что следует говорить не только о засухах, определяемых по срезам деревьев, но и о всем комплексе земных процессов, как в земной атмосфере и гидросфере, так и в биосфере.

На сегодняшний день данные по дендрохронологии, полученные А. Дугласом, существенно расширены. Но это отнюдь не умаляет огромной заслуги самого А. Дугласа. Он был пионером в этом трудном деле. Он первым не просто обратил внимание на связь между развитием растений и солнечной активностью, но и получил доказательства этой связи (рис. 40).

Большая дендрохронологическая летопись собрана в Аризонском университете США. Здесь среди тысячи живых деревьев имеется даже такое, возраст которого составляет 4600 лет. Кроме живых в летописи были использованы и мертвые (сухие) деревья. Вся лето-

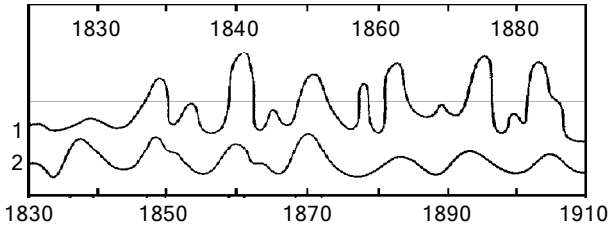

Рис. 40. *Прирост деревьев (1) и солнечная активность (2), по А. Дугласу, с использованием суммарных данных о приросте деревьев в лесах Англии, Норвегии, Швеции, Германии и Австрии*

пись, или, другими словами, непрерывная дендрохронологическая таблица составила на 1967 год период протяженностью 7117 лет. Работы продолжались и после 1967 г., то есть таблица продолжает расти. Это значит, что начиная с 5150 г. до н. э. мы можем знать прирост деревьев за каждый из 7117 лет. Эта дендрохронологическая таблица имеет огромное значение не только для изучения солнечно-земных связей, но и для составления прогнозов земных процессов, которые зависят от солнечной активности, для прогнозов засух и влажных периодов. Обработка этих данных с помощью современных математических методов позволяет делать такие прогнозы.

Советские ученые также достигли немалых успехов в составлении хронологических таблиц по срезам деревьев. Конечно, в Европе и Азии нет мамонтовых деревьев, живущих в продолжение тысячелетий, как в Америке, тем не менее составлена таблица начиная с 884 г. н. э. Использовались не только деревья (в живом и мертвом виде), но и бревна археологических раскопок.

Исследование срезов деревьев позволило установить не только наличие 11-летнего цикла (с двумя максимумами). Наиболее устойчиво, четко выделяется 22-летний цикл. Он является главным и по физической сути единым в солнечной активности. С периодом в 22 года меняются циклически направления магнитных полей солнечных активных областей. Но из срезов деревьев было четко установлено и наличие "векового" цикла. Для секвойи он равен 84 годам. Но амплитуда (размах) колебаний вековых циклов меняется от одного цикла к соседнему. Эти изменения, колебания имеют период, равный примерно 600 годам. Так проявляется в развитии растений 600-летний цикл солнечной активности. Важно понять, что циклы более длинные составляются циклами более короткими, то есть одни завязаны с другими. Так, максимумы (гребни) 600-летнего цикла накладываются на вековые коле-

бания. От их соотношения зависит результат такого наложения. Поэтому не надо думать, что в природе идут процессы по жесткому кругу с определенным периодом. Процессы в одном цикле (любой продолжительности!) не повторяют полностью процессов в предыдущих циклах той же длительности. Но сама цикличность процессов неизменна. Она проявляется не только в изменении толщины годичных колец деревьев, но и в атмосферной циркуляции, а значит, и в осадочных отложениях в озерах и уровне воды в реках, морях и озерах и т. д.

Очень не хотелось бы, чтобы у читателя сложилось представление, что достаточно знать солнечные циклы различной продолжительности, чтобы установить все, что происходило в околоземном пространстве и биосфере. Такое упрощенное понимание солнечно-земных связей всегда приносило только вред солнечно-земной физике и гелиобиологии. На самом деле пути воздействия космоса на биосферу, в частности на растения, значительно сложнее. О цикличности процессов в околоземном пространстве и возможности их прогнозирования Ф. Н. Шведов писал: "Как бы полны ни были наши познания относительно периодичности осадков в прошедшем, они должны иметь эмпирическое значение и не могут быть с уверенностью распространяемы на будущее до тех пор, пока не будет доказана неизменность той неизвестной причины, которою эта периодичность обусловливается".

Что касается причин, то их довольно много. Прежде всего, влияние космических условий на развитие растений можно разделить на две группы — прямое и опосредствованное. Прямым является такое влияние, при котором космический фактор (например, лучистая энергия Солнца) действует на клетки растения непосредственно. Так, растения переводят энергию солнечного волнового излучения непосредственно в химическую энергию органических веществ. Имеются и другие возможности прямого влияния космических факторов (например, электромагнитных волн) на растения и животные.

Кроме прямого воздействия, космические факторы могут оказывать (наказывают) опосредствованное влияние на растения, то есть они изменяют атмосферную циркуляцию, что приводит к изменению климата, а эти изменения, в свою очередь, влияют на развитие растений. Мы же видим только конечный результат — толщину годичного кольца данного дерева. А ведь изменение циркуляции атмосферы в регионах с разными местными природными условиями приведет к разным последствиям в изменении осадков, температуры. Поскольку условия развития деревьев (разных типов леса) очень сильно влияют на его прирост, то и результаты в виде толщины годичных колец будут различными. Так, было установле-

но, что высоко над уровнем моря ширина годичных колец деревьев зависит главным образом от температуры во время вегетационного периода, тогда как на более низких уровнях (в долинах) она зависит прежде всего от увлажненности. У среднеазиатского можжевельника — арчи в жаркие сезоны в долинах рост замедляется (годовые кольца тонкие), а в горах в такие сезоны возникают наибольшие годовые кольца, то есть растение развивается ускоренно. Надо иметь в виду, что развитие зависит и от типа данного леса. Однако несмотря на все это, во всех изменениях годичных колец различных деревьев выявляется определенная их зависимость от солнечной активности.

УРОЖАИ И СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ

Вопрос о связи урожаев сельскохозяйственных культур с солнечной активностью имеет длинную историю. Известно, что еще в III в. до н. э. Катон Старший, римский писатель, заметил, что цены на рожь зависели от солнечной активности (от "помрачения Солнца"). При высокой солнечной активности урожаи ржи были лучше и поэтому цены на рожь снижались. Во времена Галилея эту проблему обсуждал Батиста Балиани. Он высказал предположение о влиянии солнечных пятен на Землю. Казалось естественным, что потемневшие участки поверхности Солнца (пятна) излучают меньше солнечной энергии. Поэтому чем больше пятен, тем заметнее охлаждение Земли, которое оказывает влияние на растительный мир. Откуда было знать в то время, что пятна являются источником солнечной энергии, которая переносится к Земле невидимыми потоками заряженных частиц.

Английский астроном Вильям Гершель также интересовался, как количество пятен на Солнце может влиять на развитие растений. Что такое влияние имеется, он не сомневался. Это было в XVIII в., когда существование 11-летнего цикла солнечной активности еще не было установлено. Но было достоверно известно, что количество пятен на Солнце меняется от года к году. Чтобы внести ясность в данный вопрос, Гершель сопоставил собранные им данные о солнечных пятнах почти за двести лет с рыночными ценами на пшеницу. Связь оказалась в принципе очень простой и четкой — цены были тем меньше, чем выше была солнечная активность. При высокой солнечной активности климат становится более влажным, поэтому урожаи пшеницы лучше, а рыночные цены на нее ниже.

Впоследствии этим вопросом занимались многие исследователи. Было установлено, что развитие растений (а значит, и урожаи) тесно связано с уровнем солнечной активности. Конечно, это справедливо не только для ржи и пшеницы. Так, качество вина и урожаи винограда связаны определенным образом с уровнем солнечной активности. Более детальные исследования показали, что связь между солнечной активностью и ростом растений зависит и от местных особенностей климата, как это мы уже видели в случае деревьев и кустарника. Причем солнечная активность влияет на рост растений не только через изменение количества осадков и температуры, но и другим, более окольным путем, — через болезни сельскохозяйственных культур. Если солнечная активность усиливает вредоносность болезней растений, то их рост и урожайность будут от этого страдать. В разных регионах это влияние солнечной активности на вредоносность болезней растений (например, бурой ржавчины пшеницы) различно. Поэтому будет отличаться и конечный результат, то есть урожайность сельскохозяйственных культур в разных регионах. Но всегда неизменно она выявляет связь с солнечной активностью. Но в одних случаях эта связь положительная, а в других отрицательная. Это и затрудняло решение данного вопроса. Один из первых русских исследователей солнечно-земных связей М. А. Боголепов писал: "Явление периодичности — есть реальный факт, от которого нельзя отвернуться, но оно неуловимо по какой-то непонятной причине".

Нетрудно себе представить, что солнечная активность не может вызывать точно одинаковые изменения в атмосфере вокруг всей Земли. Например, атмосферное давление не может одновременно повыситься на всей Земле, поскольку нет такого поршня, который бы одновременно сжал атмосферу со всех сторон. За счет приходящей от Солнца энергии в одних местах атмосферы давление увеличивается. Но поскольку общая масса атмосферы остается неизменной, то в других местах атмосферное давление уменьшается. То есть на одно и то же солнечное явление отклик атмосферы в разных регионах различен. В районах пониженного атмосферного давления возникают циклоны, а там, где давление повышено, — антициклоны. Изменится температура воздуха и количество осадков. Циклоны несут с собой обильные осадки. Развитие растений зависит прежде всего от количества осадков и температуры. Конечно, оно зависит и от других внешних условий, например, от того, имеются ли в почве необходимые для развития растения питательные вещества. Если они имеются в достаточном ассортименте и количестве, то важна эффективность, с которой растение усваивает эти вещества. Здесь мы встречаемся с прямым (или почти с прямым) влиянием солнечной активности на растения. Дело в том, что под действием

потоков заряженных частиц, выбрасываемых из Солнца во время солнечных бурь, магнитное поле Земли меняется, происходит магнитная буря. Изменение магнитного поля Земли, в котором находятся растения (и вся биосфера), влияет непосредственно на их клетки, а точнее на проницаемость клеточных мембран. Когда под действием колебания магнитного поля проницаемость клеточных мембран увеличивается, эффективность обменных процессов с внешней средой растет. Значит, растение в это время получает возможность более интенсивно впитывать нужные им питательные вещества. Процесс идет в обе стороны, то есть одновременно усиливаются корневые выделения. Действие магнитных бурь должно носить глобальный характер, поскольку буря охватывает всю Землю. Значит, под действием колебаний магнитного поля должны увеличиваться корневые выделения растений везде, независимо от того, где они растут. То, что это действительно так, было подтверждено измерениями корневых выделений проростков ячменя в разных местах (в Москве, Иркутске, Свердловске, Минске, Таллинне и Флоренции).

Измерения проводились синхронно в продолжение двух дней в октябре 1968 г. Изменение интенсивности корневых выделений оказалось очень похожим во всех указанных городах. Мы позднее будем более подробно рассматривать, как могут космические факторы оказывать прямое, непосредственное влияние на растения и животных. Здесь мы хотели только указать, что на развитие растений солнечная активность оказывает влияние не только через изменение климата, но и прямым путем.

Конечно, урожайность сельскохозяйственных растений зависит от многих факторов, и не только космических. Она определяется также социальными условиями. Все это надо иметь в виду и учитывать при анализе влияния солнечной активности. Необходимо соответствующим образом отбирать материал для анализа. В этом плане представляют интерес данные об урожайности сельскохозяйственных культур на опытной станции сельскохозяйственной академии им. Тимирязева. На рис. 41 показано изменение урожайности ржи и картофеля с 1912 по 1958 г. Годы с 1941 по 1945 не представлены, так как урожай не был учтен. Здесь же показано изменение солнечной активности. Даже внешний вид этих кривых говорит о том, что несомненно имеется отчетливая связь между урожайностью и солнечной активностью. Но это не значит, что наиболее высокие урожаи в точности соответствуют минимальной солнечной активности. По данным за длительные периоды (более столетия) было показано, что неурожайные годы группируются около минимумов солнечной активности (или опережают их или же запаздывают относительно них, но ненамного). Но и перед мак-

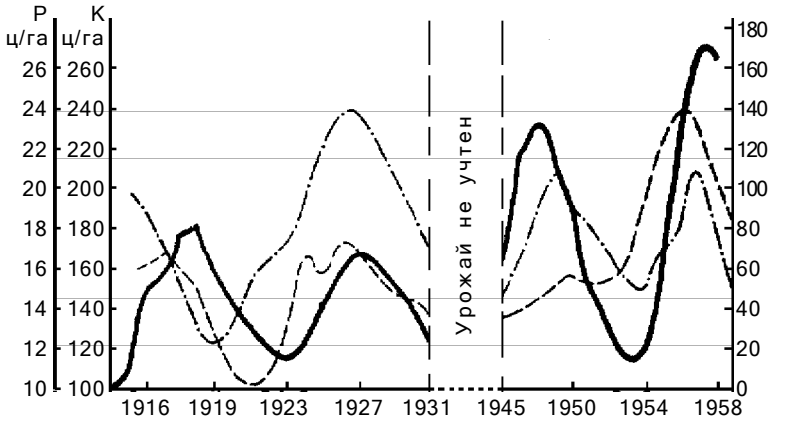

Рис. 41. *Солнечная активность и средний урожай ржи (р) и картофеля (к), по данным полевой опытной станции ТСХА*

симумами солнечной активности возможны неурожаи. Например, по данным о засухах в Германии показано, что за 124 года там имелось 23 засухи, половина из которых приходилась на узкие интервалы времени перед максимумами и минимумами чисел Вольфа. По данным об урожайности зерновых хлебов в России с 1801 по 1915 г. следует, что неурожайные годы чаще совпадают с минимумами солнечной активности. Наибольшие неурожаи приходились на 1810, 1823, 1833 и 1853 гг., которые в точности соответствовали минимумам солнечной активности.

Связь между урожайностью и солнечной активностью осуществляется прежде всего через атмосферную циркуляцию, от которой зависит число осадков и температура. Но, как мы уже видели, связь между солнечной активностью и атмосферной циркуляцией меняет свой характер (знак) примерно каждые 40 лет. В один сорокалетний период увеличение солнечной активности приводит к увеличению температуры воздуха, а в другие, соседние с этими, к уменьшению. Изменяется от периода к периоду и характер осадков. Поэтому естественно, что в разные 40-летние периоды и связь между урожайностью и солнечной активностью будет различной. Это необходимо учитывать как при анализе данных, так и при составлении прогнозов. Здесь очень важно учитывать региональные особенности, поскольку в разных регионах влияние атмосферной циркуляции по-разному влияет на количество осадков, температуру, гидрологический режим и т. д. Так, было показано, что на Европейской территории России большие неурожаи (связанные с сильными

засухами) имели место в те годы, когда магнитная активность росла (восходящая ветвь кривой магнитной активности) или же при максимальной магнитной активности.

Анализ данных о засухах за это же время в Казахстане показал, что там сильные засухи имели место только в те периоды, когда солнечная (магнитная) активность уменьшалась, то есть на ветви спада магнитной (и солнечной) активности, а также при спокойном магнитном поле Земли, во время минимальной солнечной активности. Практически все 100% засух в Казахстане за период 1888—1955 гг. приходятся на указанные выше периоды. При максимальной солнечной активности засух в Казахстане в указанный период не было, тогда как на минимумы солнечной активности их приходилось почти половина (43%).

Эти результаты говорят о том, что появление засух, а значит и урожайность, зависит от особенностей данного региона. То же самое мы говорили относительно водоносности рек, которая также связана с количеством осадков и выявляет четкие региональные особенности.

По данным об урожаях в Оренбургской области за 100 лет (1864—1960 гг.) четко прослеживается циклическое изменение урожайности пшеницы. Но эти колебания не следуют в точности изменениям солнечной активности. В начале указанного периода максимальная урожайность приходилась на время минимальной солнечной активности. После этого произошел сдвиг по фазе: наибольшие урожаи пшеницы имели место при максимальной солнечной активности. Такая зависимость наблюдалась в продолжение 30 лет, после чего фазовые отношения изменились. Но цикличность урожаев пшеницы осталась четко выраженной.

Эти результаты очень поучительны. Они свидетельствуют о том, что зависимость урожайности от солнечной активности не следует понимать упрощенно и ждать, что раз увеличилась солнечная активность, то увеличится и урожайность. Чтобы действительно понять, а тем более предсказать связь урожайности с солнечной активностью, надо обязательно учесть все факторы, которые оказывают влияние на рост растений и в свою очередь зависят от солнечной активности. Надо учитывать влияние различных циклов солнечной активности, их сочетания. И само собой разумеется, надо проводить весь этот анализ с учетом местных, региональных особенностей. Эти особенности проявляются как в атмосферной циркуляции, так и в атмосферных процессах вообще.

Здесь следует еще указать на один фактор, оказывающий влияние на рост растений. Это деятельность микроорганизмов в почве. Их роль в жизни растений огромна, так как они задерживают азот в почве. Азот вносится в почву вместе с удобрениями. Здесь он пре-

вращается в молекулярную форму, после чего денитрифицирующие бактерии выводят его быстро из игры и в дальнейшем в развитии растений он не участвует. Было показано, что жизнь (в частности численность) микроорганизмов (аммонифицирующих бактерий) зависит от солнечной активности. Раньше считалось, что микроорганизмы прекращают свою работу с окончанием вегетационного периода. Но оказалось, что это не так. Микроорганизмы в почве способны успешно функционировать даже в сильно промерзшей почве. Причем эффективность их деятельности (размножения) зависит от солнечной активности. Образно говоря, солнечная активность сама удобряет почву. В зависимости от солнечной активности (не от температуры и влажности почвы!) изменяется численность различных микроорганизмов, таких как аммонифицирующие и нитрифицирующие бактерии, аэробные целлюлозоразлагающие бактерии и водоросли, которые используют в своей деятельности нитраты (а не только аммиак почвы).

Так, с ростом солнечной активности с начала 1966 г. численность нитрифицирующих бактерий увеличилась примерно в 10 раз и в последующие годы оставалась очень высокой. Одновременно (одномоментно!) изменилась численность и других указанных выше бактерий. Роль этих процессов в жизни растений можно понять на основании таких данных. Азот вносится в почву с удобрениями, но из почвы сельскохозяйственных культур. Причем его выносится больше, чем вносится, — получается большой дефицит азота в почве. Ликвидировать его и помогают микроорганизмы, которые фиксируют азот. Поэтому их называют азотфиксирующими организмами. Без учета деятельности этих микроорганизмов невозможно понять процессы, протекающие в почве. Численность микроорганизмов в окультуренной почве огромна. Примерно 5—6 тонн микробных клеток содержится на площади всего в 1 га. Речь идет о пахотном слое.

Влияние солнечной активности на численность микроорганизмов в почве является в определенной мере прямым, непосредственным. Это надо понимать следующим образом. Когда солнечная энергия, переносимая к Земле, вызывает изменения в погодном слое атмосферы, которые в свою очередь окажут влияние на рост растений, то говорят о косвенном, опосредствованном влиянии солнечной активности на жизнь растений. Надо иметь в виду, что сама солнечная энергия по пути от Солнца к погодному слою атмосферы Земли много раз меняет свою форму. Когда солнечное излучение непосредственно влияет на растения, то такое влияние является несомненно прямым. Возможен и такой вариант, когда на растения действуют изменения магнитного поля Земли, которые вызваны потоками солнечных заряженных частиц. Это влияние быстрое, безынерционное. Можно его также назвать прямым или почти пря-

мым. Чтобы такое влияние могло осуществляться, надо, чтобы растения чувствовали магнитное поле. Оказывается, что они не только его чувствуют, но и строят свою деятельность в зависимости от окружающего их магнитного поля. Мы приведем только несколько фактов, свидетельствующих о таком влиянии.

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА РАСТЕНИЯ

О том, что магнитное поле оказывает влияние на рост и формирование растений, можно убедиться очень просто. Все растения на Земле находятся в магнитном поле Земли. Можно убедиться, что растения, которые свободно развиваются, ориентируются в направлении южного магнитного полюса. Другими словами, корни растут преимущественно в этом направлении. Этот эффект зависимости роста растений (или их частей) от магнитного поля был назван магнитотропизмом растений (тропос — направление). Этот эффект у растений изучался очень подробно как в естественных условиях, когда растения развивались в магнитном поле Земли, так и в условиях, созданных искусственно, когда величина и направление магнитного поля, действующего на растения, изменялись. Во всех случаях растения не оставались безучастными к влиянию магнитного поля. Их реакция зависела от направления магнитного поля. В частности, от направления магнитного поля относительно зародышей семян зависят функционально-биохимические свойства растений, развившихся из семян. Так, если ориентировать корешки зародыша пшеницы в направлении южного магнитного полюса, то все растение (и корни и стебли) развивается более эффективно, нежели в случае ориентации корешков зародыша в направлении северного магнитного полюса.

Исследовались не только зародыши пшеницы, но и других сельскохозяйственных культур (кукурузы, огурцов, свеклы, подсолнечника, гороха, дыни, ячменя и овса). Проведены опыты с семенами сосны, ели и др. Эти опыты показали, что если семена хвойных пород высевали корешками зародышей на юг, то они прорастали быстрее (на 4—5 дней), чем в том случае, когда они ориентировались на север. Эти опыты любопытны еще и другим. Оказалось, что указанные свойства зависят также и от фазы Луны. Они проявляются наиболее эффективно при полнолунии, а при новолунии эффект менее выражен. Многим этот эффект может показаться странным. Но никакой мистики в этом нет. Луна вызывает приливы в атмосфере Земли (приливы в морях и океанах хорошо известны

всем). Эти приливы оказывают влияние на атмосферную циркуляцию (а значит и на погоду). Они же вызывают и изменение магнитного поля Земли. Это происходит потому, что при движении проводящего атмосферного газа в магнитном поле возникает электрический ток. Всякий электрический ток создает вокруг себя магнитное поле. Возникшее таким путем магнитное поле складывается с магнитным полем Земли и в зависимости от их взаимных направлений суммарное поле или больше или меньше магнитного поля Земли. Специалисты, изучающие магнитное поле Земли, эти изменения (вариации) магнитного поля, вызванные действием Луны на атмосферу Земли, назвали лунными вариациями магнитного поля Земли. Таким образом, мы еще раз имеем подтверждение тому, что нельзя изучать влияние одного фактора на данный процесс (в данном случае на рост растений) и не учитывать одновременное влияние других факторов, которое несомненно имеется. Но необходимо учитывать не только все внешние факторы, действующие наряду с магнитным полем на растения, но и внутренние факторы, обусловленные особенностями самих растений. Таких особенностей много. Одной из них является свойство дисимметрии растений, то есть их несимметричности по отношению к определенному направлению в пространстве. Часть растений являются симметричными. Другая часть — дисимметричными. Последние делятся на два типа — левые и правые. Как это понимать, как можно определить, к какому типу принадлежит данное растение? Это можно определить, например, по тому, как расположены венчики цветка данного растения или кроющих чешуй.

Тип растения определяют и по тому, как развиваются во времени определенные процессы в растении, которые связаны с его функционированием, или, другими словами, по тому, какая ритмика характерна дня этих процессов. Например, лепестки могут располагаться так, что, переходя от одного лепестка к другому, мы будем двигаться по ходу часовой стрелки. Это растение является дисимметричным — "правым" (часовая стрелка движется вправо). Те растения, у которых лепестки расположены в обратном направлении, — являются "левыми" (но, естественно, тоже дисимметричными). Имеется и много других признаков, по которым можно определить, к какому типу относится данное растение. Любопытно, что принадлежность данного растения к определенному типу не является вечной. По истечении определенного времени растения одного типа (например, левые) могут стать растениями другого типа (правами). Представляет интерес не только сам этот факт, но и особенно то, что время такого перерождения равно примерно 11 годам, то есть соответствует длительности цикла солнечной активности! Это не случайно. 11-летний цикл солнечной активности

сопровождается таким же по продолжительности циклом магнитной активности, а изменение магнитного поля (в этом проявляется магнитная активность) оказывает влияние на развитие и структуру растений. Влияние магнитного поля (его изменчивости и направления) изучалось очень глубоко многими исследователями. В результате было доказано, что смена дисимметрии цветков у растений действительно следует в строгом соответствии с изменением магнитного поля Земли. Выполненные исследования достоверно доказали, что магнитное поле, вообще, и магнитное поле Земли, в частности, несомненно, влияет на дисимметрию растений. Развитие растения в магнитном поле зависит не только от ориентации магнитного поля относительно самого растения (или его зародыша), но от типа дисимметрии растения. Например, было показано, что если семена растений, относящиеся к левому типу, ориентировать кончиком зародышевого корешка к южному магнитному полюсу Земли, то из них произрастут растения, которые растут более быстро, имеют более высокую ферментативную активность. Содержание хлорофилла в этих растениях больше. В результате всех этих факторов урожайность ориентированных указанным образом растений выше примерно на 13—52%. Чтобы получить такой же качественный эффект для правых растений, их зародыши необходимо ориентировать в противоположном направлении, то есть к северному магнитному полюсу. Разные физиологические процессы в растениях разных типов характеризуются разной зависимостью (как качественно, так и количественно) от магнитного поля.

Мы уже говорили о том, что корни растения ориентируются в определенном направлении. Опыты показали, что боковые корни растений, которые растут в свободных условиях, располагаются в том же направлении, в каком направлено магнитное поле Земли, то есть в направлении север—юг. Это направление находится в плоскости магнитного меридиана. Проследить за обменом веществ можно с помощью радиоактивных "меченых" веществ. С помощью меченого фосфора можно проследить, что на северной и южной сторонах от растения идет значительно более интенсивное поступление фосфора внутрь растения, чем с восточного и западного направлений. Разные растения в разной степени выполняют указанные требования. Так, дикий овес хорошо подчиняется этой закономерности: его корневая система действительно располагается в направлении север—юг. В то же время корневая система ржи не подчиняется этому требованию, ее корни располагаются во всех направлениях. Так что требуется изучение каждого типа растений в отдельности.

В зависимости от изменения магнитного поля в данном. регионе развиваются определенным образом и растения. Поэтому надо

учитывать не просто направление на магнитные полюса вообще, а конкретно — направление магнитного поля в данном месте. Ситуация особенно хорошо заметна в регионах, где имеются магнитные аномалии. Здесь развитие растений (в частности, ориентация в пространстве их корневой системы) отлично от того, которое имеется в областях с нормальным магнитным полем Земли. Так, было показано, что в районе Курской магнитной аномалии ориентация корневых борозд у сахарной свеклы значительно менее развита, то есть корневая система не имеет столь четкой ориентации.

Естественно ожидать, что магнитное поле оказывает влияние не только на корневую систему растения, но и на другие его части (на стебель, листья). Было показано, что цветущие корзинки цветочника четко ориентированы в пространстве: основная их масса широким веером ориентирована в сторону Солнца, то есть на юго-восток, юг, юго-запад. В юго-восточном направлении увеличено число листьев у картофеля. Любопытная картина в ориентации ветвей обнаружена у туи восточной. Те скелетные ветви, которые отходят к востоку и западу, разветвляются главным образом (в вертикальных плоскостях) в направлении север—юг. Количество таких веток доходит до 90%. Меньше веток, которые разветвляются в направлении восток—запад.

Магнитное поле оказывает влияние практически на все свойства растений, в частности на соотношение полов (сексуализацию). Проследить это влияние наиболее удобно на растениях, у которых мужские и женские цветки содержатся на одной особи (однодомные). Известно, что кроме этих растений есть и такие, у которых имеются цветки с мужскими и женскими органами — это гермафродитные виды. Имеются также двудомные растения, у которых цветки с мужскими органами (тычинками) находятся на одних особях, а цветки с женскими органами (пестиками) — на других. Однодомных растений в природе примерно 10%. Были выполнены различные опыты по изучению влияния магнитного поля (его ориентации) на сексуализацию этих растений. В частности, опыты делались над огурцами, и было показано, что в зависимости от ориентации семян огурцов относительно магнитного поля изменяется их сексуализация. Так, в тех случаях, когда корешок зародыша был ориентирован на север, женских цветков образовывалось больше, нежели в тех случаях, когда он был ориентирован на юг. Поэтому при ориентации корешков зародыша на север урожайность огурцов выше, поскольку именно женские цветки формируют плоды. Подобные опыты проводились и с другими однодомными растениями (кукурузой, тыквой). Во всех случаях тенденция выявлялась та же, что и с огурцами: направление корешков зародыша к югу увеличивало число женских цветков, то есть усиливало феминизацию. Ори-

ентация корешков зародышей на север уменьшала ее, то есть число мужских цветков увеличивалось. Специалисты говорят, что происходила маскулинизация (маскула — мужчина).

Корни растения и его надземная часть не являются независимыми друг от друга. Это естественно. Но, оказывается, связь между ними, а точнее соотношение между ними, зависит от направления магнитного поля. Это свойство называется полярностью растений. "Полярность" потому, что в двух полярных частях растения (надземной и подземном) физико-химические процессы протекают с различной активностью и приобретают различные функциональные свойства. Вопрос о зависимости свойств полярности от ориентации магнитного поля очень непростой и до конца не решен. Но, очевидно, здесь основную роль играют магнитные свойства вещества растения. Под действием различных факторов (например, электромагнитных излучений или сил гравитации) эти свойства меняются, что и определяет изменение свойств полярности растений.

Степень полярности растений специалисты выражают специальным показателем — коэффициентом полярности. Он определяется как отношение веса надземной части растений к их подземной части. Было показано, что это отношение действительно меняется при изменении ориентации семян кукурузы относительно направления магнитного поля. Оказалось, что в тех случаях, когда корешки зародышей ориентированы к югу, надземная часть растения более развита. Когда же они ориентированы к северу, то более развита подземная часть растения, то есть корневая система. Таким образом, в зависимости от ориентации в магнитном поле меняется листовая, корневая и зерновая масса растений. Отдельные исследователи считают вполне реальным использовать это свойство для повышения урожайности.

Живые системы, какими являются растения, содержат в себе биологические часы, то есть процессы в них подчиняются определенным ритмам. Таких ритмов много. Считается, что имеются ритмы, причина которых (завод) находится вне системы (это внешние ритмы), а также ритмы, причины которых находятся внутри самой системы (внутренние ритмы). Четкое деление между теми и другими ритмами провести трудно, поскольку любая живая система находится в самой тесной взаимосвязи с внешней средой, внешним миром. Она возникла и эволюционизировала как часть этой среды, и ее так называемые внутренние ритмы являются в сущности также отражением, следствием ритмов внешней среды. Но здесь анализировать всю проблему биологической ритмологии, естественно, мы не будем. Укажем только, что под влиянием магнитного поля ритмы в растениях сбиваются, приобретают другие характеристики. Многими исследователями было показано, что изменение

магнитного поля Земли, которое происходит под действием солнечных бурь, вызывает и изменение ритмов функционально-динамических процессов. Причем изменяются ритмы различной длительности — годовые, сезонные, суточные.

Для того, чтобы установить те механизмы, посредством которых изменение магнитного поля может непосредственно влиять на клетки живой системы, необходимо рассмотреть как устройство самих клеток, так и принципы, на которых построено их функционирование. Более подробно удобнее рассмотреть этот вопрос позднее, когда будет проанализировано влияние космических факторов на животных. И в случае животных, и в случае растений магнитное поле оказывает влияние на внешние оболочки клеток, которые называются мембранами. Через эти оболочки осуществляется обмен веществ между клеткой и внешней средой, то есть через нее (точнее, через проходы в оболочках — мембранах) одни вещества движутся вовнутрь клетки, а другие — наружу. Свойство мембраны пропускать эти вещества называется проницаемостью клеточных мембран. Регулировка выхода из клеток и входа в нее через мембраны организована на электрическом принципе. Когда же действует, кроме того, внешнее магнитное поле, оно способно изменять условия прохождения вещества через мембрану, то есть изменять проницаемость клеточных мембран. Это приведет к изменению условий жизни клеток, а значит и всей биологической системы. Это и происходит при возмущении магнитного поля Земли, которое вызывается солнечными бурями.

Нарушение ритмики процессов внутри живых систем (растений) не однозначно и не однотипно связано с возмущенностью магнитного поля Земли. Эти связи очень даже не простые. Так, в определенные периоды продолжительностью 10—16 часов изменение ритмики связано с каким-либо одним элементом магнитного поля Земли, тогда как затем, в течение 8—14 часов, оно связано с изменениями другого элемента. Внутри биологической системы протекают различные процессы, влиять на которые можно путем изменения электрических токов внутри клеток, электромагнитных полей биологической системы, изменения биоэлектрической активности и т. д.

Можно сказать, что на сегодняшний день влияние изменения магнитного поля Земли на ритмику физиологических процессов в биосистемах доказано в многолетних экспериментах (более 15 лет). При абсолютных постоянных условиях (температура, влажность, освещенность, состав газовой среды и др.) дыхание проростков картофеля откликалось на изменение магнитного поля Земли.

Весьма эффективным в смысле влияния на рост растений является действие на них искусственными магнитными полями. Под

действием искусственного магнитного поля может значительно ускориться рост растений, а также уменьшиться пораженность их плесневыми грибками. Так, с помощью магнитного поля можно увеличивать урожайность томатов, повышать скорость прироста зародышей ячменя и пшеницы, увеличивать рост корневой системы у бобов и ржи и т. д.

Ориентация семян кукурузы определенным образом (семена располагались плоской стороной к югу) относительно магнитного поля приводила к увеличению урожая кукурузы на 20 ц/га. Действие небольшим магнитным полем (порядка 20—60 эрстед) на растения в период относительно низкой ферментативной активности (то есть в первые 2—3 дня) приводит к тому, что понижается потребление кислорода, повышается содержание нуклеиновых кислот в клетках растений, увеличивается частота дыхания в стеблях и корнях.

Мы рассмотрели только некоторые аспекты прямого влияния магнитного поля на биологические системы, какими являются растения. Существенно, что после солнечной бури и с началом магнитосферной бури прямое воздействие космических факторов начинается сразу. На то, чтобы сформировалось опосредствованное влияние (через процессы в атмосфере, погоду, а значит через температуру и влажность), нужно определенное время. Поэтому солнечная буря может оказывать вначале прямое воздействие на биосистемы (через различные электромагнитные излучения и возмущения магнитного поля Земли и др.), а затем опосредствованное воздействие посредством изменения атмосферной циркуляции, а значит и обычных показателей погоды (температуры воздуха, его влажности и др.).

ПЕРЕЛОМЫ В ХОДЕ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

Мы уже видели, что от солнечной активности зависят на Земле практически все процессы. Но солнечная активность меняется не одинаково быстро. В одни годы она меняется очень резко, скачком, а в другие — плавно. Возникает вопрос, не оказывает ли влияние на природные процессы быстрое, скачкообразное изменение солнечной активности? Ученые этот вопрос исследовали, и результаты оказались очень важными. В чем они состоят?

Если какое-либо вещество сгорает медленно, то при этом выделяется тепло. Если сгорание происходит более быстро — то наблюдается вспышка. Если же оно горит еще быстрее — то произой-

дет взрыв. Значит, важно не только количество выделяемого при сгорании тепла, но и время, за которое оно выделяется, то есть скорость выделения тепла.

От Солнца к Земле приходит энергия, от которой полностью зависит ход природных процессов. Если скорость поступления этой энергии меняется, то меняется и ход этих процессов. Это естественно. Значит, важно знать не только величину солнечной активности, но и скорость ее изменения. Чем больше эта скорость, тем больше скорость изменения поступающей на Землю и в окружающее ее пространство энергии. Тем больше должны меняться природные процессы на Земле.

Ученые исследовали скорость изменения солнечной активности за период с 1749 г., с того момента, когда она начала определяться регулярно. Оказалось, что наиболее резко, быстро менялась солнечная активность в следующие годы (если активность резко понижалась, то перед годом указан знак минус): 1749, –1751, –1754, 1757, 1761, –1762, –1765, 1769, –1771, –1773, –1778, 1777, –1780, –1782, 1786, –1790, –1793, –1795, –1797, 1801, –1807, 1813, 1815, –1818, –1821, 1826, –1831, 1836, –1838, –1841, 1845, 1847, –1849–1859, –1854, 1859, –1861–1862, –1865, (1868), 1870, –1871, –1873, –1875, –1878, 1880, –1886, 1892, –1896, –1899, –1901, 1903, 1905, –1906, 1907, –1908, –1910, 1915, 1917, –1918, –1920, 1925, 1928, –1930, 1936 –1939, –1940, (–1942), 1946–1947, –1948, –1950, –1952, 1956, –1961, –1964, 1967, –1971 гг. Эти даты были названы солнечными реперами, точками отсчета.

Что же изменялось в земных процессах в эти годы большой скорости изменения солнечной активности? Поскольку резкие изменения солнечной активности воздействуют на всю Землю и околоземное пространство целиком, то одновременно на всем земном шаре должны меняться различные природные процессы. Какие это процессы?

Одним из таких процессов является скорость вращения Земли. От нее зависят многие природные процессы, например, движение атмосферы, ее циркуляция. Известно, что скорость вращения Земли меняется. Имеется вековое замедление вращения Земли. Имеются также изменения скорости вращения Земли с годичным периодом. Но имеются также скачкообразные изменения скорости вращения Земли. Именно эти изменения связаны с резким изменением солнечной активности. Специалисты показали, что за период с 1821 по 1950 и с 1951 по 1957 гг. солнечная активность скачком менялась 45 раз. Каждый раз наблюдалось скачкообразное изменение скорости вращения Земли. Если быть более точными, то оно наблюдалось в 44 случаях. В одном случае (1906 г.) оно не наблюдалось. Но исключения только подтверждают правило.

При резких изменениях солнечной активности меняется и атмосферная циркуляция. Это можно проиллюстрировать на конкретных примерах. Так, в районе Исландии атмосферное давление, как правило, понижено. Оно понижено во все сезоны года. Область низкого атмосферного давления называют Исландским минимумом атмосферного давления, или Исландской депрессией. Но оказалось, что при резких изменениях солнечной активности широта области пониженного давления также резко меняется. Здесь не было ни одного исключения: 26 раз подряд резкие изменения широты Исландской депрессии совпадали с резкими изменениями солнечной активности.

Этот факт мы привели в качестве примера. На самом деле меняется все, что связано с атмосферной циркуляцией. Так, с резким изменением солнечной активности каждый раз меняется количество атмосферных осадков (за год). Специалисты изучают не только изменение атмосферной циркуляции и скорость вращения Земли при резком изменении солнечной активности. Они изучали и следующие процессы: атмосферное давление, температуру воздуха, атмосферные осадки, уровень океана и морей, ледовитость океана и морей, температуру морской воды, соленость воды, речной сток, уровни озер, а также колебания ледников и снеговой линии. Изучались также процессы в растительном и животном мире: годичный прирост деревьев, урожайность сельскохозяйственных культур и др. Оказалось, что все эти процессы меняют свой характер (испытывает перелом) при скачкообразном изменении солнечной активности.

Добавим к этому, что и землетрясения зависят от резкого изменения солнечной активности. Землетрясения характеризуют той энергией, которая выделяется. Исследовалась также частота землетрясений. Оказалось, что при резком изменении солнечной активности меняется как годовая сумма энергии землетрясений в разных зонах на земном шаре, так и энергия землетрясений по всему земному шару. В зависимости от солнечной активности меняются условия развития инфекционных болезней. Под действием резкого изменения солнечной активности меняются биологические свойства микроорганизмов, механизмы передачи инфекции, а также их реактивность. В результате происходит возникновение или усиление эпидемического процесса.

В этой цепи между солнечной активностью и эпидемическим процессом имеется еще одно звено. Это усиление эпизоотического процесса. Под действием резкого изменения солнечной активности изменяются климатические и гидрологические условия, а значит и кормовая база животных. Поэтому изменяются их численность и активность миграции, а это способствует воз-

никновению эпизоотий, что в свою очередь способствует заражению человека инфекционными болезнями, переносимыми животными.

При резких изменениях солнечной активности усиливается изменчивость признаков вируса гриппа, в результате чего усиливается эпидемический процесс. Увеличение изменчивости приводит к тому, что у бактерий могут возникать совершенно новые качества: устойчивость к лекарствам, изменения интенсивности образования токсинов и увеличение скорости размножения.

Отсюда следует практический вывод. Для предсказания изменения в земных процессах важно знать не только солнечную активность. Очень важна и скорость изменения солнечной активности. Если эта скорость очень большая, то есть изменения происходят скачком, то меняется характер хода земных процессов, то есть наблюдается перелом в их ходе.

КОСМОС В ЖИЗНИ ЖИВОТНЫХ

Космические факторы действуют на магнитосферу Земли, ее атмосферу и саму Землю. Под их действием изменяется характер атмосферной циркуляции. Меняется погода и климат. Меняется соответствующим образом и растительный мир. Ясно, что животный мир не может не меняться соответствующим образом. Животный мир зависит от растений, от корма, от климата, от снежности зим, водоносности рек, заболоченности или засушливости местности и т. д. Поскольку изменение климата и растительности носят циклический характер, то естественно ожидать, что и изменения в животном мире также происходят циклически. Собственно, люди это заметили очень давно. Не заметить это они не могли, поскольку от численности животных зависела их жизнь.

Более 12 тысяч лет тому назад, в эпоху палеолита, люди подмечали признаки редких явлений в живой природе, которые были обусловлены “небесными” воздействиями. Об этом мы знаем из расшифровки наскальных рисунков этого периода. Эти наблюдения за небесными воздействиями накапливались и анализировались. На их основе впоследствии были составлены календари. Но несмотря на то, что это были первые календари, они были удивительно точными. Примером такого календаря может служить календарь, составленный примерно в 1500 г. до н. э. кочевыми народами. Это так называемый животный календарь, которым пользуются еще и в наше время некоторые кочевые народы, занимающиеся

кочевым скотоводством, В основу календаря поставлен цикл длительностью в 12 лет. Специалисты со времен П. П. Семенова-Тяньшанского считают, что этот цикл связан с соответствующим циклом солнечной активности. Каждый год этого 12-летнего календаря назван годом определенного животного. Годы следуют в следующем порядке: Мыши (или Крысы), Коровы (или Быка), Барса (или Тигра), Зайца, Дракона (или Рыбы), Змеи, Лошади (или Коня), Овцы, Обезьяны, Курицы, Собаки и Свиньи.

В чем смысл такого календаря? Годы названы указанными животными не случайно. Многовековые наблюдения убедили кочевников в том, что в разные годы количество разных животных различно. Так, в год Зайца в природе наиболее благоприятные условия для Зайца, численность этого животного больше, чем в другие годы. Кстати, год Зайца для кочевников был самым страшным годом. Он приходится на минимальную солнечную активность. На годы Зайца приходились самые суровые бедствия. В Средней Азии их называли джутами. В эти годы, как правило, наступает в начале весны гололед, дуют сильные ветры— бураны, в результате погибает масса скота. Лето в этот год (год Зайца) сильно засушливое, трава выгорает, скоту кормиться нечем. Положение усугубляется наступлением ранней очень холодной зимы. Зима длится долго, за нею следует запоздалая весна. Такие черные полосы в жизни наступали у скотоводов примерно один раз в 10—12 лет, при минимальной солнечной активности.

К счастью, не все годы столь тяжелые. Имеются и более благоприятные. Так, годы Лошади, Овцы, Собаки, Коровы, Барса и Змеи по наблюдениям кочевников являются наиболее благоприятными для скотоводства.

Мы неоднократно говорили о том, что изменение атмосферной циркуляции и роста растений происходит не строго периодически, с твердо установленным периодом, а циклически, то есть так, что период этих изменений может в определенных пределах меняться. Поэтому правильно говорить не о периодических изменениях солнечной активности и темных процессов, а о циклических изменениях. Древние пользователи этого календаря это хорошо понимали. Поэтому пользовались они им не формально, с окончанием каждого года загибая очередной палец на руке. Каждый год, его наступление и продолжительность, определялись не по простой хронологии, а на основании анализа всей совокупности данных наблюдений (как сказал бы современный исследователь). Анализировалась вся последовательность (именно последовательность) отличительных признаков. Все эти особенности, как приметы, были выверены веками. Ясно, что формальное пользование этим календарем в наше время, которое в последние годы стало очень распро-

страненным и модным, неправильно в принципе, поскольку мы жестко привязали каждый из 12 лет "животного" календаря к определенному животному. Поэтому, хотя и считается, что год 1989 является годом Змеи, на самом деле, исходя из условий в космосе, окружающем Землю пространстве и на самой Земле, этот год, возможно, соответствует году Дракона или Лошади. Сейчас имеются все данные, необходимые для того, чтобы точно определять соответствующий год животного календаря (также по всей совокупности космических и наземных данных). Но это, к сожалению, пока не делается.

Но перейдем от наблюдений древних, которыми мы за последние десятилетия так привыкли пренебрегать, к современным данным об изменениях в животном мире, которые обусловлены действием космических факторов.

В. К. Арсеньев писал: "Все животные находятся в тесной зависимости от распространения растительности в крае... Например, где кедр, там и белка; где кабарга, там и росомаха; где кедр и дуб, там и кабан и изюбр; а где кабан, там и тигр". На рис. 42 показано, как изменялась в период с 1935 по 1958 г. урожайность хвойных деревьев на северо-западе СССР и численность белки в этом же районе. Тут же приведено изменение магнитной активности за этот же период. Видно, что численность белки изменяется примерно так же, как и урожайность хвойных деревьев.

Этот пример очень прост: чем больше корма, тем больше белки. Но не все, далеко не все изменения численности различных видов животных можно подогнать под такую простую схему. В этом можно убедиться на примере численности рыб. Прежде всего рассмотрим, из чего она складывается. Численность рыб зависит от

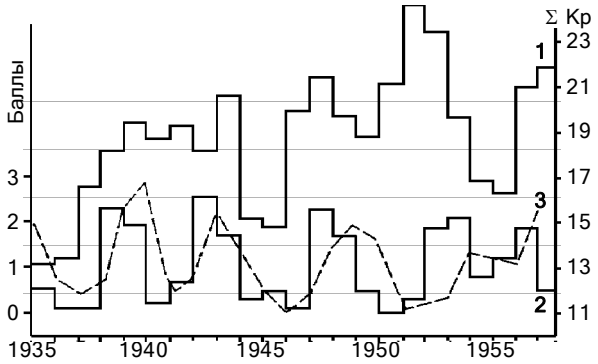

Рис. 42. *Ход магнитной возмущенности (1), урожайности хвойных деревьев (2) и численности белки на северо-западе СССР (3)*

того, насколько быстро они размножаются. Зависит она, естественно, и от того, как интенсивно они погибают. Для того, чтобы процесс размножения рыбы был успешным, она должна пройти длинный путь до мест нерестилищ. По пути ей надо преодолеть разные препятствия, поэтому от того, насколько успешно рыба их преодолеет, также будет зависеть не только ее судьба (останется ли она живой), но и судьба потомства. Условия нереста зависят от водоносности рек, температуры воды и др. Это можно продемонстрировать на примере амурской горбуши, условия размножения которой исследовал в свое время камчатский ихтиолог И. Б. Бирман. Его статья "О влиянии максимумов солнечной активности на условия размножения горбуши" была опубликована в 1955 г. в докладах АН СССР. И. Б. Бирман показал, что нерестовые стада амурской горбуши были самыми многочисленными спустя два года после максимальной солнечной активности, то есть в 1928, 1938, 1948 и 1958 гг. Это показано на рис. 43. Эти стада, как известно, формировались за два года до этого, то есть в годы максимальной солнечной активности. Значит, при максимальной солнечной активности создаются наиболее благоприятные условия для формирования наиболее мощных подходов амурской горбуши с моря на нерест. Почему? Проследим за условиями, в которых идет рыба на нерест при разных уровнях солнечной активности. При максимальной солнечной активности на р. Амур летние температуры повышены, а зимние — понижены. Поскольку температура воды повышена, то есть вода перегрета, у мигрирующих рыб происходит более быстрое созревание гонад. Кроме того, они быстрее обычного сжигают запасы энергии, которые были ими накоплены в море. К чему это приведет? Рыба торопится, поэтому устремляется в более близкие, низовые нерестилища Амура, и до верхнеамурских не доходит. Потеря энергии означает потерю жизни, рыбы быстро истощаются, происходит нарушение кислородного обмена. Все это приводит к гибели большого количества рыбы еще до того, как она достигает мест нереста. Причиной всего этого является перегрев воды в реке. Условия нереста также оказываются ненормальными, поскольку места нереста сильно перегружены. Одни нерестовые гнезда перемалываются рыбой, которая на их месте закладывает свои нерестовые гнезда. Всеразрушающее действие завершает суровая зима: нерестилище промерзает и икра гибнет. При максимальной солнечной активности водоносность рек (в том числе и Амура) больше, то есть выше уровень воды. Реки разливаются вширь. После того как в таких условиях идет нерест, горбуша мечет икру в разгар летнего паводка. Затем уровень воды понижается; часть затопленной поверхности освобождается от воды. Имеющиеся там гнезда погибают.

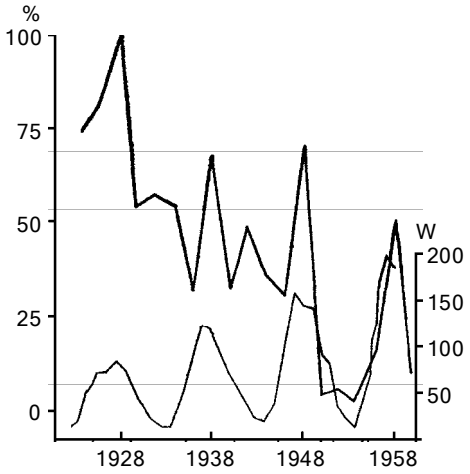

Рис. 43. *Динамика солнечной активности (1) и уловов амурской горбуши (2)*

Таким образом, солнечная активность влияет на воспроизводство рыбы посредством гидрологических и метеорологических условий. Важным фактором, определяющим размножение рыб, является также количество биомассы планктона, которым рыба питается. Биомасса планктона, в свою очередь, зависит от температуры воды в море, которая меняется с изменением солнечной активности. В районе теплого течения Курасиво это четко проявляется, поскольку само течение периодически меняет свое русло. В те годы, когда тепловой поток от Курасиво ослабевал (течение уходило дальше к северу), падали и уловы рыбы. В период потепления, как это было в 1922—1936 гг., уловы рыбы в этом регионе были значительно больше. После этого с наступлением похолодания уловы рыбы уменьшались.

Температура поверхностных вод в морях и океанах зависит от солнечной активности. Но эта зависимость не простая и в разных регионах различная. Поэтому следует проводить анализ с учетом всех особенностей данного региона. Как примерно можно указать, что если в районе Фареро-Шетландских островов температура поверхностной воды тем выше, чем больше солнечная активность, то в районе Южной Гренландии зависимость температуры поверхностного слоя воды от солнечной активности иная — там при большой солнечной активности температура воды меньше. Понять это несложно. Раз меняется русло теплых и холодных водных течений, то в одно и то же время, то есть при одной и той же солнечной

активности в одном регионе, температура будет повышаться (куда приходит больше, чем раньше, тепла с теплым течением), а в другом регионе, откуда тепло ушло, температура воды будет понижаться. Поэтому полное, целостное решение вопроса можно достичь только рассмотрением всей циркуляции не только атмосферы, но и гидросферы.

Мы взяли для примера горбушу. Но практически численность всех рыб (их уловы) изменяется периодически, и эти изменения связаны с солнечной активностью.

Надо ли говорить о том, насколько важны прогнозы условий размножения рыб и изменения их численности. На основании таких долгосрочных прогнозов должна организовываться вся промысловая деятельность по вылову рыбы, а также по обеспечению условий ее роста. Когда наступают неблагоприятные для размножения рыбы периоды, необходимо не только регулировать промысел, но на время прекратить лов вообще.

Миграция животных

Ярким выражением влияния солнечной активности на животных является миграция их "навстречу гибели". Что это такое, можно судить из описаний, данных во многих газетах в 1970 г.

"На севере Скандинавии в угрожающих масштабах увеличивается число мышей-пеструшек (леммингов), наводняющих все вокруг в своем безостановочном марше смерти. Сотни тысяч этих черно-рыжеватых арктических животных нескончаемым потоком передвигаются к югу. По дороге они тысячами гибнут в озерах, реках и, наконец, в море...

Такой похожий на самоубийство поход пеструшки совершают почти регулярно раз в несколько лет. Обычно робкие, незаметные создания становятся чрезвычайно агрессивными хищниками, уничтожающими на своем пути все и вся. И это их смертоносное шествие не имеет себе равных в животном мире.

Самые крупные походы пеструшек наблюдались в 1918 и 1938 гг. Нынешнее переселение привлекло внимание встревоженных скандинавских властей. Дело в том, что в ноябре прошлого года во время аналогичного похода пеструшек насмерть давили машины на дорогах, загрызали собаки. Повсюду появились груды разлагающихся трупов животных, и возникла угроза эпидемий.

Ученые так объясняют периодические "великие походы" пеструшек: через определенные периоды численность животных увеличивается настолько, что горная растительность, служащая им пищей, уже не в состоянии прокормить их всех. И тогда с прихо-

дом лета начинается стихийное паническое бегство, которое невозможно остановить. Орды пеструшек устремляются по маршрутам, ведущим к морю. Они заполняют города и селения; уничтожают посевы, загрязняют местность и отравляют реки и озера".

Приведем описание из книги Ф. Зигеля "Виновато Солнце".

"Неисчислимые полчища обезумевших белок (в 1956 г. при очень высокой солнечной активности) двинулись на север, где их ждали холод, голод и смерть. Они переплывали разлившийся Амур, преодолели высокие горы и даже пытались пересечь вплавь Татарский пролив! Лапки у белок кровоточили, шерсть была стерта, но они шли и шли в одном направлении, не обращая никакого внимания на людей и препятствия. Через некоторые селения проходило до 300 белок в час, а двигались они примерно со скоростью 30 км в сутки. И каждая белка несла на себе сотни клещей, зараженных вирусом энцефалита.

На следующий, 1957 год в Приморье вспыхнула эпидемия энцефалита — напитавшись на белках, клещи набросились на людей..."

Как известно, мигрирует и саранча. Нашествие саранчи в старинной арабской летописи описано так:

"И двинулась могучая рать. Она может покрыть всю землю и пожрать все, что есть на земле. Когда она врывается, меркнет солнце и звезды утрачивают свой блеск. У нее голова льва, шея быка, грудь коня, крылья орла, брюхо скорпиона, бедра верблюда, глаза страуса".

Это описание очень образное и оправдано теми последствиями, к которым приводит нашествие саранчи. Так, в 1929 г. при очередном нашествии саранчи из Афганистана в Ферганской долине саранча образовала многокилометровые живые тучи. Насекомые падали на землю в несметных количествах. Ими покрылось все: поля, дороги, мосты, деревья и крыши домов. Огромные площади оказались зараженными яйцами саранчи. Ею была уничтожена растительность на площади в миллионы гектаров.

Саранча повторяла нашествие на юг Туркмении еще несколько раз. В прошлом веке саранча совершила 9 нашествий с периодом, равным 11-ти годам. За 60 лет нашего столетия она 6 раз достигала южных границ Туркмении. Но в случае саранчи-шистоцерки благоприятно сработал прогноз. Его для нашей страны составил крупный специалист по данной проблеме Н. С. Щербиновский, изучающий миграции саранчи и вообще образ ее жизни в разных странах Азии и Южной Америки. Благодаря прогнозу вред от нашествия саранчи был значительно меньше, так как была своевременно организована борьба с ней. О последнем нашествии саранчи в мире много писали газеты в 1987 г.

Как же можно понять причину бессмысленной миграции животных, которая оканчивается в конце концов их гибелью? Этот вопрос возникает у каждого, кто знаком с проблемой или хотя бы слышал о ней. Хотелось бы поверить в то, что животным не хватает корма и они спасаются паническим бегством. Но этому противоречат факты. Животные (в частности, саранча) снимаются с места при полном достатке и движутся вопреки всякому здравому смыслу не в поисках корма, а, правильнее сказать, в поисках смерти. Французский эколог Р. Шовен так писал: "Хотелось бы верить, да сомнение берет, существует множество примеров миграций, в которых потребность в пище не играет никакой роли! Случается, что южноафриканские антилопы уходят с великолепных пастбищ в сухие места и гибнут там от голода или миллионами бросаются в море... Известно множество примеров, когда млекопитающие мигрируют как бы в состоянии безумия, подобно леммингам. Вспомним серых американских белок, которые передвигаются стадами, насчитывающими много сотен миллионов особей... Никому не удалось объяснить, почему саранча избирает то или иное направление, почему прилетает, почему улетает. Первая предложенная гипотеза была, естественно, самой простой: саранча (и вообще все мигрирующие животные) снимается с места, отправляясь на поиски корма. Это абсолютно неверно как в отношении саранчи, так и в отношении всех мигрирующих животных. Напротив, саранча может сняться с совсем еще неиспользованного пастбища и унестись в пустыню на верную гибель или сотнями миллиардов ринуться в морскую пучину".

Как специалисты смотрят на эту проблему в наше время? Они склоняются к тому, что на первом этапе играет определенную роль улучшение кормовых условий для саранчи. Благодаря этому саранча организуется в стадо. Затем на это сформированное стадо действуют непосредственно космические факторы. Нельзя сказать, что пути этого действия на сегодняшний день установлены полностью. Нет. Тем не менее, многое удалось прояснить. Если рассматривать миграции животных как безумства, то, видимо, это можно объяснить нарушением равновесия нейроэндокринной системы. Как известно, многие обменные процессы в организме контролируют надпочечники. Было установлено, что у животных в период массового размножения, а также миграций (нашествий) имеются резкие изменения в надпочечниках. Отсюда и безумие, которое вызвано стрессом, когда на организм действуют чрезвычайно сильные раздражители внешней среды. Эти выводы базируются на исследованиях, выполненных на животных. Один из опытов выглядел так. Животных поместили в комфортные условия: полный достаток в качественных кормах, немногочисленные стада (опыты делали с

оленями). Их содержали на острове, чтобы исключить влияние другие внешних факторов (эпизоотии). При наступлении очень высокой солнечной активности (в 1957 г.) у молодых оленей было установлено перерождение надпочечников и их увеличение. Этот дефект охватил примерно 80% всех животных. Результат этого опыта не замедлил сказаться: за три месяца следующего года примерно 30% оленей погибли.

Наблюдения за зайцем-беляком показали, что их смертность обусловлена "шоковой болезнью". При этом в крови снижается содержание гликогена и сахара. В состоянии стресса происходят изменения в надпочечниках, зобной железе, селезенке. В результате плодовитость самок резко уменьшается, а также увеличивается смертность в молодом возрасте.

Роль стрессовых состояний в регулировании численности животных очень велика (определяюща). Но раньше специалисты считали, что посредством стрессов регулируется численность животных данного вида независимо от действия внешних факторов. Другими словами, считалось, что стрессы являются внутренним регулятором. Но исследования, подобные тем, о которых сказано выше, доказали, что состояние стресса у животных наступает и при благополучном положении внутри популяции. Оно возникает под действием внешних, космических факторов, хотя постепенно подготавливается предшествующими изменениями внешней среды.

Таким образом, прямое влияние солнечной активности на живые биосистемы (животные) не только не исключается, но и может считаться доказанным. Но остается неясным главное — каким путем, через какие механизмы внутри организма животного это влияние осуществляется. Собственно, этот вопрос в настоящее время является самым актуальным. Если мы поймем механизмы действия космических факторов на биосистемы (растения, животные и человека), то сможем понять, как можно защитить живые организмы от пагубного влияния этих факторов. Что по этому вопросу известно на настоящий день, мы расскажем немного позднее, а сейчас приведем несколько фактов о влиянии космоса на жизнь животных.

Численность животных и солнечная активность

Численность практически всех видов животных на Земле изменяется во времени. Для этого имеется очень много причин. Нам важно выделить те изменения численности животных, которые обусловлены изменением условий в космосе, а более конкретно — изменением солнечной активности. Животный календарь, о кото-

ром говорилось выше и которым пользовались монгольские и тюркские народы задолго до нашей эры, отражал эти изменения. Этот календарь назывался "мушель". Особенно губительными для животных оказывались годы Зайца ("кая-н"), которые чередовались через 12 лет. Год Зайца приходится на минимальную солнечную активность. Как же обстоит дело с численностью зайцев в наше время, действительно ли меняется его численность в зависимости от солнечной активности. Исследования, проведенные в разных регионах, показали, что численность зайца-беляка в продолжение 11-летнего солнечного цикла изменяется весьма существенно. Наибольшая численность зайца-беляка в точности совпадает с минимумом солнечной активности. Эти результаты получены еще в 1924 г. Практически такие же результаты были получены и по Якутии. Они показаны на рис. 44. Данные использованы за период с 1925 по 1959 г. Четко видно, что численность зайца-беляка в Якутии в зависимости от солнечной активности меняется практически так же, как и в Канаде. Обращаем внимание на то, что на обоих рисунках проведены данные не только по сильно удаленным регионам Земли, но и за различные столетия. Поэтому не вызывает сомнения, что эти изменения вызваны именно солнечной активностью— фактором, который действует одинаково на разных долготах, на всей Земле, то есть в планетарном масштабе.

То, что изменение численности животных (разных их видов) происходит синхронно в планетарном масштабе, было доказано на разных животных. Это проявилось, например, и в 1957—1958 гг., когда солнечная активность была очень высокая. В это время на Северном Кавказе, в Поволжье, Прибалтике, Белоруссии, Западной Сибири, а также во Франции имело место массовое раз-

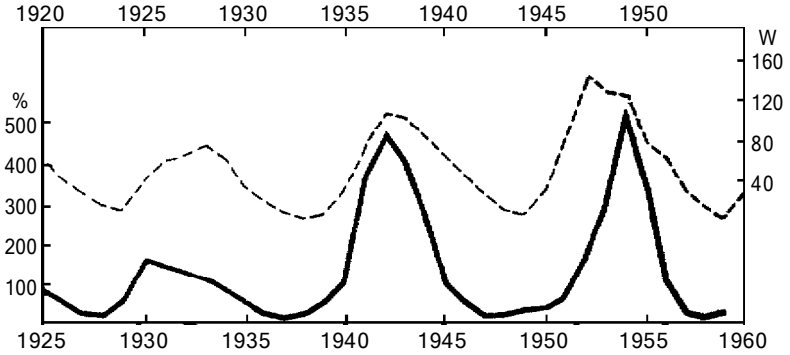

Рис. 44. *Заготовки зайца-беляка в Якутии (нижняя кривая) и солнечная активность. Кривые сдвинуты по фазе на пять лет*

множение отдельных видов грызунов. Несомненно, оно охватило и другие регионы земного шара. Ясно, что оно не может быть объяснено погодными, кормовыми и другими земными условиями, поскольку в указанных регионах они были совершенно различными.

Прямое влияние космических факторов на животных подтверждается и тем, что для отдельных видов животных сроки увеличения их численности часто совпадают. Например, время наибольшего распространения рябчика, зайца и рыси в Северной Америке в течение очень длительного периода наблюдений совпадают. Годы наибольшей добычи указанных животных примерно приходятся на минимальную солнечную активность. Но именно такая связь имеет место только в продолжение определенного периода, определенной эпохи солнечной активности. Она наблюдалась примерно с половины и до конца прошлого столетия. Мы уже говорили о переломах в ходе земных процессов, которые обусловлены определенными изменениями в солнечной активности. На грани прошлого и нынешнего столетий такой перелом произошел. Поэтому изменился характер солнечно-тропосферных связей, изменился и знак связи между численностью животных и солнечной активностью. Это значит, что вблизи 1900 г. наибольшая численность указанных животных (рябчика, зайца, рыси) приходилась не на эпохи минимальной солнечной активности, а на эпохи максимальной солнечной активности. Такой перелом прослеживается в ходе многих земных процессов.

Собственно, при тщательном анализе изменения численности различных животных с изменением солнечной активности обнаруживаются два максимума в численности. Один совпадает по времени с максимумом солнечной активности, а другой — с минимумом. Но оба эти максимума в численности животных имеют разную величину: один из них большой, а другой значительно меньше. Часто исследователи обращают внимание только на большой максимум в численности животных, который выделяется наиболее легко, а малый максимум не замечают. Поэтому и говорят, что максимальная численность животных приходится по времени на минимальную (или максимальную) солнечную активность. Но это только большая волна в изменении численности животных. Имеется и вторая, малая волна. Такую же картину мы уже встречали при изучении толщины годичных колец деревьев. Она увеличивалась как в годы максимальной солнечной активности, так (хотя и значительна меньше) и в годы минимальной солнечной активности. Мы уже говорили, что при минимальной солнечной активности (в эпоху минимума) потоки заряженных частиц продолжают выбрасываться из солнца и воздействовать на околоземное пространство, ат-

мосферу и биосферу Земли. Но эти потоки не связаны с солнечными пятнами, по которым определяется солнечная активность. Поэтому можно сказать, что показатель солнечной активности в эпохи минимума солнечной активности имеет "дефект", не отражает полностью истинное изменение активности Солнца в смысле выброса из него потоков заряженных частиц. Лучшим показателем изменения солнечной энергии, переносимой к Земле потоками солнечных заряженных частиц, является степень возмущенности магнитного поля Земли. Эти потоки не могут пройти мимо магнитосферы Земли незамеченными, они обязательно вызывают возмущения магнитного поля Земли — магнитные бури. Только частицы очень высоких энергий — солнечные космические лучи проникают в атмосферу Земли не затрагивая магнитосферу. Благодаря очень большим энергиям, а значит и скоростям, они пронизывают паутину магнитных силовых линий, практически не внося в нее никаких возмущений. Таким образом, если нас интересует реальное воздействие солнечной энергии на атмосферу и биосферу Земли, то надо анализировать не только данные о солнечной активности, но одновременно и данные о возмущенности магнитного поля Земли. Собственно, многие исследователи земных и атмосферных процессов так и делают. Магнитная активность в минимуме солнечном активности имеет второй максимум. Первый, большой максимум в активности магнитного поля Земли совпадает с максимумом солнечной активности.

Основной вывод из сказанного выше состоит в том, что изменения в численности животных (как и изменения в толщине годичных колец деревьев) имеются как в эпоху максимума, так и в эпоху минимума солнечной активности. Только размах, амплитуда, величина этих изменений различна. В одни периоды преобладают одни максимумы, а в другие — другие. Это подтверждают многие результаты исследований. Например, было показано, что увеличение численности грызунов в Прибалтике четко совпадает по времени с периодами повышенной активности магнитного поля Земли.

Проводились исследования больших волн в численности массового размножения грызунов в Европейской части СССР. Анализировались данные по всему региону, от Прибалтики до Ставрополья. Результаты анализа показаны на рис. 45. Видно, что периоды наибольшего массового размножения грызунов приходятся на эпохи минимальной солнечной активности. Они приходились на годы: 1922—1923, 1932—1933, 1940—1944, 1952—1953. Укажем, что в прошлом столетии полевые мыши наиболее интенсивно размножались (в России и в Западной Европе) в годы 1822, 1832, 1886, 1863, 1867, 1872, 1880, 1884, 1893—1894.

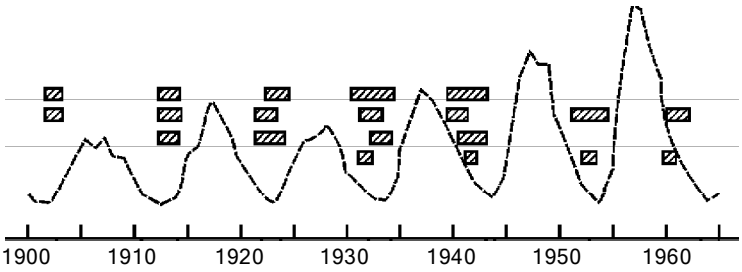

Рис. 45. *Периоды массового размножения мышевидных грызунов в четырех районах Европейской части СССР (прямоугольники) и кривая солнечной активности*

Можно проанализировать все приведенные выше данные вместе. Тогда вырисуется следующая картина. В течение 140 лет массовое размножение грызунов имело место 17 раз. При этом в 13 случаях его время несколько опережало сроки минимумов солнечной активности. Только в 3 случаях из 17 массовые размножения грызунов пришлись на максимальную солнечную активность (это было и в начале нашего века). Только один раз за 140 лет массовое размножение грызунов не связывается четко ни с минимумом, ни с максимумом солнечной активности. Это было в 1863 г. Конечно, это не значит, что этот случай массового размножения грызунов не вызван действием космических факторов. Просто те показатели, которые используют исследователи в качестве показателей солнечной активности, не охватывают всех проявлений активности Солнца. Если бы мы располагали всеми показателями солнечной активности за этот период, то несомненно установили бы определенную особенность в изменении солнечной активности, которая обусловила массовое размножение грызунов в 1863 году.

Численность животных связана с солнечной активностью очень непросто. Для того, чтобы данное животное нормально жило и размножалось, надо, чтобы у него было достаточно корма. Кроме того, надо, чтобы оно не погибло от какой-либо болезни (например, эпизоотии). У разных видов животных влияние этих факторов различно. Если животное питается только одними кормами и не может их заменить другими, то оно сильнее зависит от растительного мира. Так, белка при неурожае орехов оказывается без корма и ее численность резко падает. Если у животных нет проблем с кормом (как у зайца, ондатры, песчанки), то у них сокращение численности происходит главным образом из-за возникновения эпизоотии, когда плотность животных достигает определенной критической

величины. Для нормальной жизни животных, кроме корма и отсутствия эпизоотии важно и то, чтобы среда их обитания оставалась нормальной, пригодной для жизни. Если среда становится непригодной для жизни, то и численность этих животных уменьшается или они вообще вынуждены будут исчезнуть. Примером может служить водяная полевка. Она питается гидрофитами (тростник, осока, сусак, рогоз и др.). Если эти растения исчезают, то полевка лишается корма и ее численность резко падает. Такое происходило в 1962 г. в некоторых районах Сибири, которые были охвачены засухой. В результате засухи площадь болот резко сократилась, что и послужило причиной сильного уменьшения числа водяных полевок в этих местах. С увеличением засухи, а значит, с усыханием болот, связана и судьба водяной крысы. Наиболее интенсивное ее размножение совпадало с периодами повышенной водности, которая имела место в годы максимальной солнечной активности. Годами массового размножения водяной крысы были годы 1927—1929, 1937—1939, 1947—1950, 1956—1962. Это периоды максимальной солнечной активности. Так обстоит дело с животными (грызунами), которым нужна хорошо заболоченная местность. Им лучше живется при повышенной водности, то есть при максимальной солнечной активности. Но имеются и другие животные, которым при повышенной водности живется хуже. Это животные, обитающие в озерной местности. Им лучше живется тогда, когда водность меньше. Тогда обнажаются от воды участки земли. На ней бурно развивается растительность, которая служит хорошим кормом. Поэтому в такие периоды, после периодов обильных осадков, эти животные размножаются наиболее массово. Так, в озерном крае численность полевки увеличивается спустя примерно один-два года после максимума солнечной активности.

Приведенный пример убеждает в том, что нельзя проводить сопоставление численности животных с солнечной активностью чохом. Здесь нужен тонкий анализ, учитывающий условия жизни животных, особенности их корма в разные сезоны, а значит, и особенности ландшафта местности. Специалисты выделяют различные ландшафты местности (болотный, озерный, пойменно-речной, долинно-ручьевой), при которых влияние водности на жизнь животных, а значит и их численность, различно. Мы уже видели, что при болотном ландшафте уменьшение водности приводит к уменьшению численности водяных крыс и полевок, а при озерном ландшафте оно приведет к увеличению их численности. Но, анализируя влияние кормовой базы (которая зависит от солнечной активности) на численность животных, мы должны всегда помнить, что имеется и прямое влияние космических факторов (солнечной активности) непосредственно на организм животного.

На численность животных влияют не только природные условия, которые определяют наличие или отсутствие нормального корма в достаточном количестве и возможность самого существования животных, но и от биологических факторов. Последнее относится к плотоядным животным. Так, численность хищников увеличивается через некоторое время после увеличения животных, являющихся жертвой хищников (ондатры, зайцы). Из-за этой связи "жертва—хищник" зависимость численности тех и других животных от солнечной активности различна, то есть имеет место на разных фазах кривой солнечной активности. Изменение численности различных животных (жертв и хищников) в результате эпизоотий также по-разному зависит от солнечной активности. Эпизоотии среди ондатр происходят в одну фазу солнечной активности, а эпизоотии в очагах — в другую фазу. В последнем случае туляремию переносят зайцы. Эпизоотии бешенства хищников также приходятся на разные фазы 11-летнего цикла солнечной активности.

Для полноты картины следует остановиться и на изменении численности насекомых в связи с изменением солнечной активности. О саранче мы уже говорили. Актуальность защиты от саранчи не уменьшилась и в наше время. Ведь саранча за сутки может нанести огромный вред, уничтожая урожай на огромных площадях. Стая саранчи уничтожает в сутки тысячи тонн зеленой массы! Потери урожая от вредителей во всех странах мира очень велики. Во всяком случае тратится на вредителей не менее одной пятой всего урожая. Подсчитано (по данным специалистов ООН), что только крысы ежегодно поедают примерно 33 млн. тонн хлебных злаков.

Изменение численности насекомых в зависимости от солнечной активности прослеживается очень четко не только на примере саранчи, но и на примере других видов. На рис. 46 показано изменение со временем численности сосновой пяденницы в двух разных географических районах. Здесь же (вверху) показано изменение чисел Вольфа, характеризующих солнечную активность. Как видно, в обоих географических регионах численность насекомых изменялась в период с 1911 по 1940 г. практически одинаково. Видно и то, о чем мы говорили выше: численность популяции увеличивается не только в эпохи максимумов солнечной активности, но и в эпохи минимумов. Но при минимальной солнечной активности рост численности насекомых значительно меньше, чем при максимальной. Важно заметить, что "малая" волна, то есть усиление роста в минимуме солнечной активности, наблюдается как в растительном мире (это видно по годичным кольцам деревьев), так и в животном мире. Это несомненно доказывает, что фактор, вызывающий это усиление, является единым для всей биосферы Земли, то есть является космическим фактором.

Рис. 46. *Популяционные кривые сосновой пяденницы в двух географических районах (по Яхонтову) и солнечная активность (верхняя кривая)*

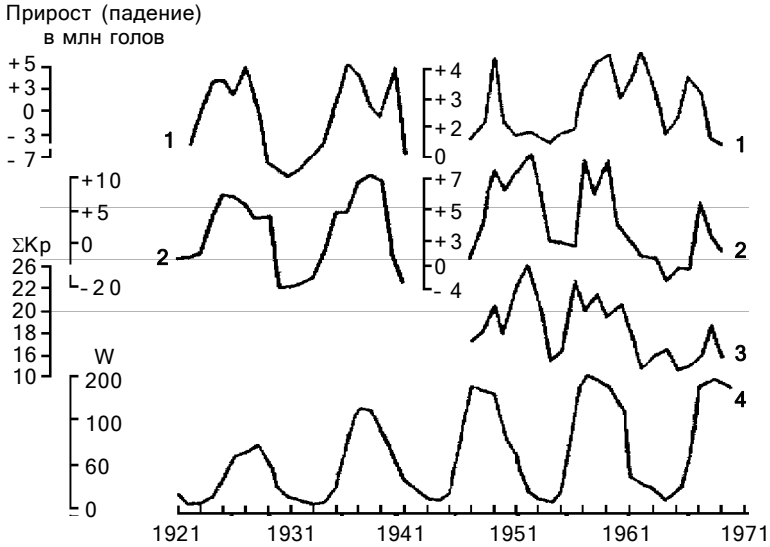

Рис. 47. *Изменения поголовья крупного рогатого скота (1) и овец (2) в связи с колебаниями магнитной (3) и солнечной активности (4) (по Д. И. Маликову)*

Все описанные виды животных находятся в диком состоянии и полностью зависят от природных и погодных условий. Казалось бы, что домашние животные свободны от такой зависимости и их численность должна определяться только деятельностью человека. Это должно было бы быть так тем более в условиях ведения планового хозяйства. Но оказалось, что это не так. Достаточно взглянуть на рис. 47, чтобы убедиться в этом. Здесь показано изменение поголовья крупного рогатого скота, а также овец в целом по СССР с 1921 по 1969 г. Для сравнения показаны также изменения солнечной и магнитной активности. Видно, что за указанный период, в продолжение которого имелось пять 11-летних циклов солнечной активности, поголовье крупного рогатого скота и овец также имело пять крупных подъемов. Как видно, изменения в поголовье скота очень большие. Связь поголовья скота с солнечной активностью выглядит так. Изменение солнечной активности приводит к изменению кормовой базы животных. Это, в свою очередь, сказывается на численности животных.

Были проведены сопоставления изменения прироста урожайности многолетних трав, зерновых культур, валового производства

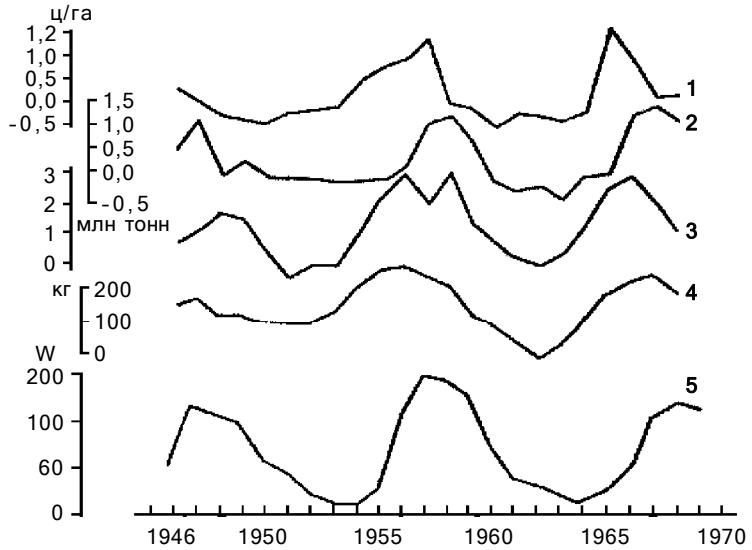

Рис. 48. *Изменения прироста урожайности многолетних трав (1), зерновых культур (2), валового производства молока (3) и годового удоя молока на фуражную корову (4) в сопоставлении с солнечной активностью (5) (по Д. И. Маликову)*

молока и годового удоя молока на фуражную корову и солнечной активностью. Использовались данные в целом по РСФСР на период с 1946 по 1970 г. Результаты исследований показаны на рис. 48. Видно, что все указанные показатели сельскохозяйственной деятельности зависят определенным образом от уровня солнечной активности. Чем выше солнечная активность, тем выше все указанные показатели.

Поскольку речь идет о плановом развитии сельского хозяйства и о необходимости поддержания его на достаточно высоком уровне для того, чтобы удовлетворять запросы всего населения, следовало бы учитывать не только социальные и другие человеческие факторы, но и космические факторы. Зная о том, что предстоящий год (или годы) будет менее благоприятным для развития продуктов сельского хозяйства, следовало бы принимать действенные и своевременные меры для поддержания сельского хозяйства на должном уровне.

Изменение солнечной активности вызывает изменение атмосферной циркуляции, что приводит к изменению метеорологических и гидрологических условий. Естественно, это приведет к изменению условий развития растений. Животные, используя растения как корм, зависят от развития кормовой базы и поэтому оказываются зависящими от солнечной активности. Но только ли поэтому животные зависят от солнечной активности? Нет, не только. Ведь кроме такого опосредствованного влияния на животный мир, солнечная активность оказывает на него и прямое, непосредственное влияние. Это значит, что космические факторы действуют непосредственно на организм животного и вызывают в нем такие изменения, которые или способствуют нормальному функционированию организма, или же подавляют его деятельность. Рассмотрим результаты исследования такого прямого влияния космических факторов на организм животных.

ПРЯМОЕ ВЛИЯНИЕ КОСМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ

Какие же факторы свидетельствуют о прямом влиянии космических факторов на животных? Приведем некоторые из них. Чтобы уяснить, не вызывает ли изменение солнечной активности соответствующих изменений генотипических признаков, исследовалась частота рождения разных по полу животных при разной солнечной активности. Для этого анализировались данные, заимствованные

из племенных книг конных заводов России. Были отобраны данные по орловской и русской рысистой породам лошадей. Анализ этих данных и их сопоставление с уровнем солнечной активности показал, что приплод кобылок и жеребчиков разный в годы с разной солнечной активностью. В других исследованиях было показано, что солнечная активность оказывает влияние не только на пол новорожденных, но и на другие генотипические признаки. Так, оказалось, что с изменением солнечной активности меняется и численность соболей со светлой и темней окраской. Данные взяты за 200 лет. Речь идет о соболях, развивающихся на воле. О чем это говорит? Это свидетельствует о том, что происходят периодические сдвиги генетического фонда, обусловленные изменением солнечной активности. Более того, было также показано, что в зависимости от возмущенности магнитного поля Земли (в разные сезоны) меняется обонятельная реакция соболя. Таким образом, космические факторы оказывают непосредственное влияние на половые признака животных, генофонд и многие другие стороны физиологических функций организма животных.

Большой интерес представляют опыты по искусственному осеменению в течение 18 лет около 90 тысяч коров. На этих данных достоверно было показано, что эффективность осеменения четко зависит от солнечной активности, в разные фазы развития солнечных явлений она была различной. Были проанализированы также материалы продуктивности овцеводства. Использовались данные по Ставрополью. Исследователями было установлено, что космическое излучение (наряду с погодой) также оказывает влияние на изменчивость живого веса потомства, а также половые функции животных. Был получен очень важный результат: увеличение магнитного поля Земли приводит к изменению продуктивности потомства и показателей воспроизводства, так как изменяется качество семени.

Исследовалось также влияние искусственных магнитных полей на объем эякуляций и живучесть сперматозоидов. Когда действовали магнитным полем, превышающим магнитное поле Земли (от 2 до 500 эрстед) и имеющим частоты от 8 до 50 герц, то объем эякуляции уменьшался на треть, а живучесть сперматозоидов уменьшилась почти вдвое. Анализ крови у подопытных животных показал, что под действием такого магнитного поля количество эритроцитов и гемоглобина в крови увеличивалось, а число лейкоцитов уменьшалось. Процесс оказался обратимым: примерно через один-три дня нормальный состав крови восстанавливался.

Естественно, что такое влияние магнитного поля приводило, в конце концов, к снижению оплодотворяющей способности спермы (до 13%). В результате выход ягнят уменьшался до 20%. Уменьшался и вес потомства (до 15%).

В этих опытах исследовалось также влияние космических лучей (анализировались данные по потокам элементарных частиц-мезонов). Оказалось, что с увеличением потоков космических лучей (корпускулярной радиации) вес ягнят примерно на 11% был больше, чем в контрольной группе. Учитывалась интенсивность космической радиации в день оплодотворения. В контрольную группу входили ягнята, которые родились в результате оплодотворения в такие дни, когда повышения интенсивности космических лучей не было. Исследователями достоверно было показано, что превышение веса ягнят первой группы относительно веса ягнят контрольной группы имело место не только в день рождения, но сохранялось в течение нескольких (4,5) месяцев. Любопытно и другое: превышение веса было больше у ярочек. Их вес в возрасте 4,5 месяца на 2,5 кг превышал вес тех ярочек, которые родились в результате оплодотворения в дни нормальной интенсивности космических лучей. Вес баранчиков был выше только на 1,6 кг.

Конечно, проследить всю сложную цепь процессов в организме животного, которые проходят под действием космической радиации, очень сложно. Для этого надо знать все (или почти все) биофизические и биохимические процессы в организме животного и то, как эти процессы изменяются под действием космической радиации. Но полученные в этих опытах результаты однозначно свидетельствуют о том, что такое влияние несомненно имеется. Сложность установления конкретных механизмов этого влияния состоит и в том, что при усиленной интенсивности космических лучей изменяются и условия в атмосфере: атмосферное давление увеличивается. Это значит, что увеличивается парциальное давление кислорода, а значит и его концентрация. Увеличение концентрации (плотности) кислорода должно приводить к улучшению оксигенации организма, что способствует его развитию. Надо решить вопрос, что действует наиболее эффективно — увеличение атмосферного давления из-за увеличения интенсивности космических лучей или непосредственно сами космические лучи. Конечно, такие вопросы надо решать проведением специальных экспериментов, в которых можно было бы разделить одно влияние от другого.

Для того, чтобы разобраться, как космические факторы влияют на живой организм, необходимо вначале определить, как они влияют на отдельные составляющие организма. Самой основной, самой важной составляющей живого организма является вода. Все живые организмы более чем на 70% состоят из воды. Она является составной частью не только крови, но тканей и клеток. Недопустимо для нормального функционирования организма доводить воду организма до кипения или замерзания. При этом обмен веществ (жизнь) прекращается. Поэтому очень важным фактором для нор-

мального функционирования организма является температура. Поэтому надо прежде всего установить, как она реагирует на действующие космические факторы. Забегая вперед, скажем, что большинство специалистов в настоящее время сходятся в том, что космические факторы действуют на живые организмы именно через водную среду этих организмов. Что же известно о влиянии космических факторов на водную среду? Здесь следует прежде всего привести результаты, полученные в течение двадцати лет итальянским химиком Д. Пиккарди. Он начал свои опыты в 1951 г. и продолжал их до последнего дня своей жизни. Опыты проводились ежедневно, без выходных и отпусков. Они проводились не только в лаборатории самого Пиккарди, но и одновременно и в точности одинаково (специалист сказал бы "по единой методике") в самых различных уголках земного шара. Ежедневно получалось несколько сотен тысяч наблюдений. Сколько же их получено за 20 лет!

Сам опыт на первый взгляд очень прост (все гениальное просто). Мало того — он не менялся за указанный срок, а только повторялся ежедневно. Суть опыта состояла в следующем. Коллоидный раствор висмута в воде разливался в пробирки. Затем проверялась скорость его осаждения. Был взят коллоидный раствор в воде потому, что именно коллоидными растворами является жидкая среда живого организма, в частности кровь. Что можно было ожидать от этих опытов, исходя из общепринятых представлений, которых, кстати говоря, придерживаются и сейчас большинство (если не все) специалистов? Представления эти состоят в том, что скорость любой химической реакции, которая проводится при одних и тех же внутренних условиях (давление, температура), не зависит от внешних условий, то есть от того, в каком месте на земном шаре эта реакция проходит, какой в это время сезон, какое время суток и т. д. Именно поэтому скорости процессов, протекающих в различных растворах (и не только в растворах), заносятся в единые физико-химические справочники, их величины специалисты заимствуют из этих справочников и используют при решении различных научных и практических задач. Если исходить из этих (общепринятых) представлений, то опыты, задуманные Д. Пиккарди, вообще лишены здравого смысла, поскольку скорость осаждения висмута в одинаковых коллоидных растворах должна (обязана) быть одной и той же во всех точках земного шара и в любое время суток и года, независимо от того, что происходит за окном — светит солнце, идет дождь и т. д. и т. п. Но многие открытия в науке делаются как раз вопреки здравому смыслу. Так произошло и теперь. Опыты показали, что скорость осаждения висмута из коллоидного раствора не постоянна. Она зависит от многих факторов. От каких?

Во-первых, оказалось, что реакция осаждения висмута идет быстрее в том случае, если пробирку с раствором прикрыть тонким металлическим листом. Можно думать, что этот лист служит экраном, который не допускает в пробирку какое-то излучение. Что собой представляет это излучение? Это излучение, влияющее на коллоидные растворы, должно оказывать влияние и на живые организмы, в состав которых входят коллоидные растворы. Основатель гелиобиологии А. Л. Чижевский, посвятивший всю свою жизнь изучению влияния Солнца на биосферу Земли, считал, что имеется специфическое солнечное излучение, к которому особенно чувствительны биосистемы. Он это биоактивное солнечное излучение назвал "зет"-излучением. Другие ученые называли это излучение по-разному. Так, японский ученый Х. Морияма занимается исследованием этого излучения и его влияния на биосферу уже несколько десятков лет. За это время результаты своих исследований он опубликовал в пятидесяти научных статьях, которым дал общее название: "Изучение "икс"-агента", то есть он назвал это излучение греческой буквой икс, которой принято обозначать неизвестную, искомую величину. Исследователи других стран также изучают это излучение и его влияние на живые организмы. Так, немецкий микробиолог Г. Бортельс пришел в выводу, что кроме собственно солнечного излучения имеются и вызываемые им излучения атмосферы, одно из которых (Н-фактор) стимулирует биологические окислительные процессы, а также половое размножение бактерий, а второе (Т-фактор) стимулирует восстановительные реакции и рост микроорганизмов. Все ученые, которые длительное время занимались исследованиями этого излучения, пришли к выводу, что оно оказывает влияние на живые организмы потому, что изменяет скорость процессов в водной среде. Первое, что показали опыты Д. Пиккарди, это то, что скорость реакций в водной среде действительно зависит от того, падает ли на водную среду некое излучение или нет, то есть экранирована ли пробирка с коллоидным раствором металлическим экраном или нет.

Опыты Д. Пиккарди показали и другие важные свойства этого излучения. Оказалось, что скорость осаждения висмута различна в разные сезоны года, или, другими словами, при разных условиях в окружающем Землю пространстве и космосе. Выяснилось, что скорость осаждения висмута различна также в разные годы. И еще — эта скорость зависит от того, в каком месте проводятся опыты — она зависит от широты и долготы этого места. Результаты, полученные в Северном полушарии, отличаются от полученных в точно то же самое время в Южном полушарии. Оказалось, что по мере приближения к магнитному полюсу скорость реакции также меняется.

Все полученные в опытах Д. Пиккарди результаты однозначно свидетельствуют о том, что на коллоидный раствор висмута оказывает влияние некое солнечное излучение, которое очень тесно связано с солнечной активностью. Эта связь оказалась настолько тесной и однозначной, что Д. Пиккарди по результатам своих опытов стал очень хорошо предсказывать изменение солнечной активности, не пользуясь солнечными данными вообще.

Таким образом, сам факт влияния солнечного излучения на живые организмы может считаться установленным. Речь идет о прямом влиянии. Но тут же возникает вопрос, как конкретно осуществляется это влияние, что именно происходит в организме (в водной среде) под действием этого излучения. Одна из возможностей такого влияния состоит в следующем.

Еще раньше было установлено, что вода имеет структуру, похожую на кристаллическую. При этом молекулы связаны между собой водородными связями. Эти связи слабее, нежели химические. Они так же быстро разрушаются, как и возникают. Это может происходить под действием различных очень незначительных по силе внешних факторов, таких как температура, излучения или присутствие различных ионов. Именно на роль присутствия ионов в водном растворе обратили внимание исследователи. Было показано, что особенно важную роль играют ионы кальция. Они управляют молекулами воды и группируют их определенным образом вокруг себя. Так создаются большие коллективы молекул воды, которые специалисты называют комплексами. Они имеют различную структуру, напоминающую кристаллы определенной конструкции. Одна из таких структур за свою форму и конструкцию была названа гексааквакомплексом кальция. Такой комплекс образуется, когда ион кальция забирает 6 электронов от окружающих его молекул воды. В результате молекулы воды оказываются связанными с находящимся в центре ионом кальция. Эти связи осуществляются через атомы водорода (водородные связи). Как уже говорилось, водородные связи очень неустойчивые. Их можно разорвать даже незначительными по силе внешними воздействиями.

Но живому организму и нужны такие высокочувствительные датчики, которые позволяли бы улавливать маленькие изменения во внешней среде с тем, чтобы строить работу организма, исходя из новых условий во внешней среде. Специалисты считают, что такими датчиками и служат кальциевые комплексы.

Почему речь идет именно о кальции? Потому что он играет очень важную роль в развитии и формировании живого организма. Соли кальция способствуют свертыванию крови, управляют нервно-мышечным возбуждением, активируют отдельные ферменты, управляют проницаемостью клеточных мембран. Во внутриклеточ-

ных структурах (митохондриях) на каждый атом поглощенного кислорода накапливается до 3 ионов кальция. Ионы кальция участвуют в процессах, которые влияют на переход нервного импульса через нервные соединения между окончаниями нервных клеток.

Активного кальция в организме должно быть строго определенное количество. От него зависит состояние межклеточной жидкости. Если ионное равновесие нарушается, аквакомплексы кальция перестраиваются. Чтобы как можно быстрее восстановить ионное равновесие и восполнить недостающее количество ионов кальция в растворе, часть связанных ионов кальция с мембраны клетки временно переходит в раствор. Равновесие восполняется, но условия на мембранах клеток изменяются, поскольку оттуда ушла часть ионов кальция. Изменения в мембранах происходят в главном, от чего зависит жизнь клеток — меняется проницаемость мембран, от которой зависит обмен веществ между клеткой и межклеточной средой. Изменяется проницаемость мембран, что обусловливает возбудимость клетки.

Приводить к такому состоянию могут различные внешние факторы, в том числе и космические излучения. Так, если в ионосферу Земли вторгаются потоки заряженных частиц и вызывают там всплески низкочастотных излучений, то эти излучения впоследствии могут действовать на живые организмы. Это может приводить к изменению концентрации кальция в крови, которое омывает сердце, а также в самой мышце сердца. Естественно, это приведет к нарушению нормального функционирования сердца.

Таким образом, космическое излучение может очень эффективно воздействовать на водные растворы живого организма путем влияния на кальциевые аквакомплексы. Под действием электромагнитных полей изменяются число и размеры кальциевых аквакомплексов, в результате чего моментально изменяется концентрация ионов кальция. К чему это приведет — очевидно, так как роль кальция в работе организма очень велика.

Таким образом, вода в результате этих свойств, будучи основой любого живого организма, под действием космических излучений меняет свою структуру, она то ослабляет, то усиливает свои водородные связи. Поэтому, образно говоря, она помнит действие космических излучений даже в продолжение суток и более. Надо указать и на такую особенность коллоидных растворов: вещество в состоянии коллоидного раствора имеет поверхность, равную площади около одного квадратного километра. На этой огромной поверхности постоянно изменяются водородные связи. Это значит, что коллоидные растворы являются очень хорошими усилителями (биологическими). Благодаря им даже очень слабые космические излучения являются достаточными, чтобы вызвать в организме соответствующие им из-

менения. Далеко не всегда эти изменения являются благоприятными для нормального функционирования организма.

Имеется и еще один путь воздействия излучений на живой организм — это образование в организме ионов под действием радиации. Под действием радиации в биологических системах происходит радиолиз воды, в результате которого из молекул воды образуются свободные радикалы ОН, атомы кислорода О и водорода Н. Атомы и молекулы вступают в химические реакции и образуют перекись НО. Обычно химические реакции записывают символами. В данном случае они выглядят так.

Под действием излучений молекулы воды преобразуются в положительные ионы и свободные электроны. Затем ионы НО распадаются на ионы Н и свободные радикалы ОН: свободные электроны прилипают к молекулам воды, образуя отрицательные ионы воды. Затем отрицательные ионы воды распадаются на ионы ОН и атомы водорода. Особую роль в организме играют радикалы. Они реагируют с любым веществом, находящимся в растворе. Они изменяют аквакомплексы ионов кальция. Они способны образовать перекись водорода, которая является стимулятором окисления и вообще перегруппировки молекул (но для этого надо, чтобы в воде был растворен кислород).

Таким образом, если жесткая (высокоэнергичная) радиация действует на молекулы, то электромагнитное поле действует на комплексы молекул, которые оказываются очень чувствительными к этому действию. Изменения, вызванные электромагнитным полем в аквакомплексах, приводят к очень быстрому и значительному изменению количества кальция, от которого зависят многие жизненно важные функции организма.

Непосредственное действие космических факторов (прежде всего электрических и магнитных полей, а также электромагнитных волн) не ограничивается только влиянием на свойства водных растворов организма. Возможностей такого действия значительно больше. Практически все они обусловлены тем обстоятельством, что живой организм является системой электромагнитной. Что это значит? Это значит, что практически все главные функции живого организма обеспечиваются благодаря процессам, которые по своей природе, по своей сути являются электромагнитными. Они связаны с движением электрических зарядов, с электрическими токами (их называют биотоками, то есть электрическими токами в биологических системах), с действием электрических потенциалов, с излучением органами электромагнитных волн.

Животные широко используют свою чувствительность к магнитному и электрическому полю в своих отношениях с внешней средой. Об этом свидетельствуют такие факты.

В многочисленных опытах достоверно было показано, что в зависимости от ориентации личинок дрозофилы относительно направления магнитного поля изменяется соотношение между полами в ту или иную сторону. Так, если яйца во время кладки ориентированы головным отделом зародыша по направлению на геомагнитный север, то мужских особей в новом поколении будет больше, чем женских. Если яйца будут развернуты в противоположном направлении (то есть на магнитный юг), то в новом поколении будут преобладать особи женского пола. Таким образом, можно довольно нехитрым способом менять соотношение между полами насекомых дрозофил. Но главный вывод из этих опытов состоит в том, что магнитное поле непосредственно влияет на генетический аппарат животных. Ставились и другие опыты, в которых изменялось не направление зародышей насекомых относительно магнитного поля, а изменялась сама величина магнитного поля, в котором находились насекомые. Магнитное поле Земли равно примерно 0,5 эрстед. Животных изолировали от этого поля почти полностью, а точнее так, что от магнитного поля оставалась только десятая часть. Оказалось, что в таком очень сильно пониженном магнитном поле у дрозофилы происходили мутации, в результате соотношение между полами изменилось — число мужских особей стало преобладающим. Магнитное поле Земли, в котором в естественных условиях находятся все животные, не остается неизменным. Оно меняется в результате действия на него солнечного ветра. Эти изменения различны в разные сезоны. Они наибольшие в равноденственные месяцы (осенью и весной). Другими словами, имеется сезонный ход в возмущенности магнитного поля, то есть отклонении его от нормы. Точно так же изменяется с сезоном и инверсия хромосом дрозофил, а значит и соотношение между полами.

Возмущения магнитного поля Земли, то есть геомагнитные бури, оказывают влияние и на движения насекомых. В опытах фиксировалось число насекомых, прилетающих ночью на свет кварцевой лампы. Оказалось, что оно зависит от того, каким было в данную ночь магнитное поле Земли — спокойным или возмущенным. Возмущение магнитного поля будоражит насекомых, приводит их в беспокойное, возбужденное состояние — их больше, чем в спокойных условиях прилетает на свет ночью. Магнитные бури сбивают и суточные ритмы насекомых, ритмы их активности. Насекомые, которые в спокойных условиях ночью находятся в покое (например, жук-кожеед), во время магнитных бурь приходят в движение, их активность резко возрастает.

Магнитное поле Земли оказывает влияние на способность насекомых и птиц ориентироваться в пространстве. Были проведены опыты с западными майскими жуками, которые показали, что они

ориентируются по странам света, а точнее по магнитному полю Земли. Суть опытов была очень простой. Вначале неподвижных (охлажденных) жуков располагали в определенном месте. Далее наблюдали за их движением (после того, как они согревались и "оживали"). Оказалось, что очнувшиеся жуки двигались не в любых направлениях (хотя одно направление ничем не отличалось от другого, ни наличием там пищи или света, ни чем-либо другим). Оказалось, что жуки движутся по компасу, сообразуя свое движение с направлением магнитного поля Земли. Когда сюда же стали накладывать дополнительное магнитное поле (в 20 раз большее, чем магнитное попе Земли), то жуки начали сбиваться с истинного пути, определяемого магнитным полем Земли. Их компасы начали показывать направление общего магнитного поля, действующего на них в новых условиях. Поэтому они изменяли направление своего движения.

Широко известны факты, что термиты строят свои подземные галереи и входы в термитники так, чтобы они были вытянуты в направлении магнитного поля (в горизонтальной плоскости), то есть вытянуты вдоль геомагнитных меридианов — с севера на юг. Установлено также, что самка термитов располагается в термитнике также вдоль магнитного поля.

Оказалось, что и другие насекомые предпочитают располагаться вдоль направления магнитного поля Земли. Но так как они находятся в горизонтальной плоскости, то, естественно, речь идет о проекции магнитного поля Земли на горизонтальную плоскость, то есть о горизонтальной составляющей магнитного поля Земли. Но как только магнитное поле Земли сильно уменьшали путем его компенсации в этом месте с помощью другого магнитного поля, мухи сбивались с направления север—юг. Надо отметить, что не все насекомые предпочитают располагаться в направлении север—юг. Некоторые располагаются в поперечных направлениях, то есть по линии восток—запад. Любопытно, что в зависимости от действующего на них магнитного поля насекомые по-разному воспринимают одну и ту же силу тяжести.

Мы не ставили перед собой задачу полностью раскрыть роль магнитного поля в жизни животных. Здесь нам важно только установить, что различные животные способны непосредственно воспринимать космические факторы, в частности, изменение магнитного поля под действием космических факторов.

Мысль о том, что птицы при своих перелетах и миграциях используют магнитное поле Земли, была высказана еще в прошлом веке. Птицы совершают как незначительные перелеты (местного характера), удаляясь от гнездовий на 100—200 км, так и сезонные миграции весной и осенью. Многие факторы говорят о том, что

для ориентации в пространстве при перелетах птицы используют магнитное поле Земли. Например, почтовые голуби способны вернуться домой даже в том случае, когда нет никаких видимых ориентиров (ни земных, ни звездных), при сплошной облачности, сильном тумане и т. п. Мало того, в этих сложных условиях птицы способны вернуться домой и в том случае, если они возвращаются с абсолютно незнакомого места, куда их вывезли впервые (под наркозом или во вращающихся клетках). Трудно согласиться с тем, что птицы при сезонных перелетах запоминают путь, поскольку способностью правильно ориентироваться обладают молодые птенцы, отправляющиеся в полет впервые. Можно менять любые условия во внешней среде, а птицы будут лететь правильным курсом. Любые, кроме магнитного поля. Если магнитное поле Земли меняется (во время магнитной бури), то птицы могут сбиться с правильного курса. Наблюдения показывают, что птицы сбиваются с курса также вблизи мощных радиолокационных (или телевизионных) антенн. Это понятно, поскольку они попадают в сильные искусственные переменные магнитные поля. Сейчас специалисты сходятся на том, что хотя имеются и другие возможные механизмы ориентации птиц в полете (например, по Солнцу), магнитное поле Земли играет здесь важную роль. У птиц обнаружены особые "магнитные" камешки в органах пищеварения, способные воспринимать внешнее магнитное поле. Поэтому птицы способны реагировать на слабые искусственные магнитные поля. Очень показательно, что птицы реагируют на магнитные поля не так, что чем больше поле, тем сильнее его действие. Лучше всего птицы чувствуют магнитные поля, близкие по величине к магнитному полю Земли. О чем это говорит? Об особом устройстве организма животного, который формировался при наличии магнитного поля Земли и поэтому приобрел к нему наибольшую чувствительность. Причем речь идет не только о развитии одного животного, а всего вида за все время его эволюции.

О том, что на птиц действует именно магнитное поле Земли, подтверждается и результатами движения птиц в экранированных стальным экраном помещениях, куда магнитное поле Земли не проникало. В других опытах изменялось направление магнитного поля, в котором находились птицы. В результате точно так же изменялось и направление миграционного движения птиц.

Опыты показали, что птицы способны ориентироваться и по звездам (опыты проводились в планетарии). Но в тех случаях, когда звезды не были видны или были расположены необычно, птицы четко ориентировались по направлению магнитного поля. Можно говорить и о других фактах, подтверждающих непосредственное влияние магнитного поля на птиц. В частности, в зависимости от

того, как ориентированы птичьи яйца в гнезде (определенным концом на юг или север), будет меняться скорость их развития, а также соотношение полов в потомстве.

О прямом воздействии магнитного поля Земли на животных свидетельствуют и опыты с рыбами. Их выполнено очень много. Установлено, что рыбы обладают способностью к навигации в открытом море и в этом плане поступают так же, как и птицы: правильно определяют нужное им направление. Любопытно, что способность к ориентации по магнитному полю Земли сохранили те виды рыб, которые эту способность регулярно используют, то есть совершают значительные миграционные перемещения. Те виды рыб, у которых необходимость в этой способности отпала, то есть которые не совершают дальних миграций, потеряли во многом способность ориентироваться по направлению магнитного поля Земли.

Оптимальное функционирование живого организма обеспечивается тем, что в нем имеется большое количество биологических часов, или, другими словами, тем, что организм является колебательной системой. Правильная периодичность процессов в организме имеет жизненно важное значение. Под действием внешних факторов (в том числе и космических) эта периодичность может нарушаться, точность хода биологических часов сбивается. Действительно, убедительно было доказано, что магнитное поле Земли влияет на ритмичность всех процессов в живом организме.

КОСМОС И ЭПИДЕМИИ

Связь эпидемий с космосом, а точнее, с солнечной активностью, исследовалась многими учеными. Первым в их ряду стоит А.Л.Чижевский. Вот какими данными мы .обладаем сегодня.

Возникновение эпидемий и пандемий холеры показывает четкую связь с уровнем солнечной активности. Очаги холеры расположены в Юго-Восточной Азии. Для этих мест характерны скученность населения и низкие санитарно- гигиенические условия. Здесь только треть городских жителей пользуется водопроводом. Только 10% городов здесь имеют удовлетворительное водоснабжение. Качество питьевой воды остается низким. Это поддерживает возможность возникновения эпидемических вспышек кишечных инфекций. Таким образом, сохраняются условия для интенсивной циркуляции возбудителей инфекционных болезней.

Есть и другие причины, по которым кишечные инфекции способны поддерживаться сколь угодно долго. Сточные воды со-

временного города имеют более высокую температуру. Они отличаются иным химическим составом и кислотностью. Кроме того, широко употребляются щелочные моющие средства. В условиях повышенной температуры воды, содержащей множество белковых примесей, успешно развивается щелочеломовый холерный вибрион.

Эпидемии, которые охватывают значительную часть мира, называют пандемиями. Всемирное распространение холера получала неоднократно. Так, в 1816 г. она вышла за пределы Азии после эпидемии в Индии. Холера распространяется человеческими массами. Недаром само слово "эпидемия" означает в переводе с греческого "среди людей". Оно соответствует старому русскому выражению "полюдье". Когда разразилась холера в Индии, там действовали военные экспедиции англичан. Они и завезли болезнь в Аравию. Иранские войска испугались холеры. Они сняли блокаду Багдада и занесли болезнь в Персию. В Турцию холера проникла с турецкими войсками и беженцами. Так она проникла на Кавказ. В 1823 г. холера водными и караванными путями достигла Астрахани. Это была первая пандемия холеры. Она началась в год максимума солнечной активности (1816) и окончилась в год минимума солнечной активности (1823). В последующем холера еще пять раз распространялась столь же широко, то есть имели место ее пандемии.

На многие процессы на Земле (в ее атмосфере, гидросфере и магнитосфере) одновременно влияют и человек, и космос. Это касается, в частности, озонного слоя. Что же касается эпидемий и пандемий, то их возникновение и распространение зависит, конечно, не только от солнечной активности. Они определяются суммой социальных факторов, которые способствуют развитию инфекции. Но конкретные сроки проявления эпидемий и пандемий связаны с циклической солнечной активностью. Этот вопрос очень принципиален. А.Л.Чижевский об этом писал так: "Было бы совершенно неосновательно предполагать, что известное состояние солнцедеятельности является непосредственной причиной эпидемического распространения тех или иных болезней. Такого рода заключение было бы совершенно неверно. Это нужно разуметь в том смысле, что та или иная эпидемия благодаря ряду биологических факторов могла бы иметь место и без воздействия солнечных факторов. Но без последнего она могла бы появиться не в тот год, когда она действительно имела место, и сила ее развития была бы не та, что на самом деле. Следовательно, роль периодической деятельности Солнца надо понимать как роль регулятора эпидемий в их размещении во времени, а также, очень возможно, и в силе их проявления".

Именно в годы максимальной солнечной активности холерные пандемии резко усиливаются и охватывают огромные пространства. При низкой солнечной активности, как правило, холера не наблюдается.

Если рассматривать ход холерных пандемий за более короткие периоды, то выявится такая же зависимость от солнечной активности. А.Л.Чижевским были сопоставлены данные о смертности от холеры в Индии за период 1902—1924 гг. и показатели солнечной активности. При этом выяснилось, что не только средние кривые интенсивности холеры и солнечной активности идут параллельно, но и резкие эпизодические усиления или ослабления активности светила совпадают во времени с такими же усилениями и ослаблениями смертности от холеры. Так были установлены периоды пандемий продолжительностью в 2,65 и 5,5 года. Эти периоды составляют четверть и половину продолжительности солнечного одиннадцатилетнего цикла.

Очень сильная вспышка эпидемии холеры в Гамбурге в 1892 г. совпала с резким усилением солнечной активности в августе того же года. Болезнь поражала по 1000 человек в день. Всего в Гамбурге было зарегистрировано 17 тысяч случаев холеры, из них со смертельным исходом 8605 случаев.

Были проанализированы материалы о заболеваемости холерой в России по годам за 100 лет, начиная с первой эпидемии холеры в 1823 г. Оказалось, что наибольшее число заболеваний холерой приходилось на годы максимальной солнечной активности (годы 1831, 1848, 1871, 1892 и 1915). Периоды с минимальным количеством заболевания холерой приходятся на годы минимальной солнечной активности (это годы 1823, 1833, 1857, 1912).

А теперь рассмотрим эпидемии гриппа. А.Л.Чижевский проанализировал данные об эпидемиях гриппа за 500 лет и установил, что период эпидемий гриппа составляет в среднем 11,3 года. Он сопоставил эпидемии гриппа с солнечной активностью. Оказалось, что большинство эпидемических эпох приходится на периоды, когда солнечная активность нарастает или же уменьшается, то есть эпидемии возникают между минимумом-максимумом и максимумом-минимумом солнечной активности. Начало эпидемии гриппа, которая расположена между одним минимумом и другим (соседним), либо отстает от ближайшего максимума, либо опережает его. Конечно, влияние активности Солнца на эпидемии гриппа проявляется только в среднем. Эпидемии могут различно располагаться на кривой солнечной активности в зависимости от действия других причин. Но они появляются преимущественно именно за 2—3 года до или после максимума солнечной активности. Период между двумя волнами одной и

той же эпидемии гриппа оказался равным в среднем трем годам. Длительность отдельной эпидемии гриппа в одном периоде, рассчитанная как среднее арифметическое, оказалась равной двум годам.

Пределы колебаний максимумов солнечной активности по годам были сопоставлены с пределами колебаний эпидемий гриппа. Было установлено, что эти пределы налагаются один на другой, составляя между собой большие периоды, свободные от эпидемий гриппа. Эти периоды приходятся на годы минимума солнечной активности.

Таким образом, распространение эпидемий гриппа не является произвольным, а находится в прямой связи с изменением солнечной активности.

Полученные данные позволяют делать прогнозы эпидемий гриппа. Можно предсказать, какие интервалы в 11-летнем цикле солнечной активности наиболее опасны для возникновения и развития эпидемий гриппа.

В годы минимальной солнечной активности, как показал А. Л. Чижевский, встречаются только небольшие пространственно-изолированные эпидемии гриппа, тогда как в периоды максимальной солнечной активности пандемии гриппа стихийно охватывают огромные территории и уносят наибольшее число жертв.

При анализе эпидемий гриппа 1889—1891 гг. было установлено, что максимум заболевания наступает через каждые 33 недели. На основании такой закономерности осенью 1919 г. была предсказана вспышка эпидемии гриппа в январе 1920 г. Эпидемиологи установили, что время от времени эпидемии гриппа принимают особенно жесткие формы. Такие периоды повторяются через 35 лет. С другой стороны, и в солнечной активности был найден период, весьма близкий к 35 годам (33, 37,5 года).

Подведем итоги. Период эпидемий гриппа имеет продолжительность в среднем 11,3 года и равен периоду солнечной активности. Эпидемии гриппа начинаются за 2,3 года до максимума солнечной активности или спустя 2,3 года после максимума. Длительность эпидемии гриппа (повсеместно) в каждом 11-летнем цикле в среднем равна 4 годам. Если эпидемия дает вторую волну в том же цикле солнечной активности, то она отстоит от окончания первой волны эпидемии в среднем на три года. Спустя три года после минимума солнечной активности можно ожидать первую волну эпидемии гриппа. Но он только приближает или отдаляет вспышку эпидемии.

Рассмотрим связь между возникновением и распространением чумы и солнечной активностью. Отсутствие даже в течение длительного времени заболеваний чумой среди людей в каком-либо

месте еще не означает, что вирус чумы здесь отсутствует. Чума может возродиться после 10-летнего ее отсутствия, так как чумной вирус может храниться в организме животного, например, крысы. Что-то модифицирует патогенную способность чумного вируса и тем самым кладет начало эпидемии чумы или же прекращает ее победоносное шествие.

Анализируя даты эпидемии чумы за период с VI по XVII столетие, А. Л. Чижевский показал, что они совпадают с датами максимальной солнечной активности. В XVIII в. это соответствие не полное. В XIX в., за исключением одного периода, эпохи эпидемий чумы чередуются последовательно то с временным максимумом, то с минимумом солнечной активности. Почему в древних и более поздних данных имеется такое различие? Наиболее вероятно, что причина здесь в том, что более древние данные отражают только наиболее выдающиеся случаи, которые наблюдались при максимальной солнечной активности.

При максимальной солнечной активности эпидемии чумы имеют больше шансов возникнуть и широко распространиться, чем при низкой солнечной активности.

Эпидемиологи установили, что эпидемии дифтерии происходят приблизительно через 10 лет. Продолжительность каждой эпидемии равна нескольким годам со светлыми промежутками между эпидемиями в 6—7 лет. Заболеваемость дифтерией изменяется в фазе или противофазе с солнечной активностью. Часто максимумы заболеваемости отстают или упреждают максимумы солнечной активности. Кривые заболеваемости дифтерией сохраняют то же число подъемов и падений, то есть то же число максимумов и минимумов, что и кривая солнечной активности.

Эпидемическое воспаление оболочек головного и спинного мозга — цереброспинальный менингит — также зависит от солнечной активности. Его возбудителем является менингококк, хорошо изученный в лаборатории. А. Л. Чижевским установлено, что возникновение и обострение цереброспинального менингита приходится на периоды максимальной солнечной активности. Эпохи минимумов солнечной активности характеризуются ослаблением и сокращением этих эпидемий.

Анализ данных показал, что годы солнечных максимумов сопровождались эпидемиями цереброспинального менингита. На эпохи минимумов солнечной активности приходились только окончания и затухания эпидемий.

Исследовалось также и влияние атмосферного электричества на различные эпидемии. Была установлена связь между изменением атмосферного электричества и рядом физиологических процессов и нервно-психических явлений в организме человека. Максимум

физиологического воздействия для всех исследованных явлений наступает спустя один день после максимума величины атмосферного электричества.

Жизнедеятельность всей микрофлоры на Земле зависит от солнечной активности. Степень предрасположенности человека к заболеваниям также находится в зависимости от солнечной активности благодаря колебаниям физико-химических реакций организма. Весь органический мир от микро- до макроорганизмов ощущает изменение в притоке энергии от Солнца.

Необходимо сказать и о зависимости от солнечной активности брюшного тифа, дизентерии и ревматизма. Выявлена зависимость между солнечной активностью и смертностью от брюшного тифа. Использование хлорированной воды позволило побороть эту зависимость. А. Л. Чижевский обратил внимание на то, что как только человек вносит искусственный фактор в борьбу с болезнью, естественное течение эпидемии в зависимости от активности Солнца немедленно нарушается.

Почти все эпидемии скарлатины в XVI—XVII вв. тоже совпали с максимальной солнечной активностью. В XVIII в. эта болезнь обширно распространялась, и поэтому резкая и отчетливая связь ее эпидемий с максимумами солнечной активности нарушилась. Тем не менее многие из вспышек скарлатины в XVIII в. достаточно хорошо совпадают с солнечными максимумами.

Семь первых исторических эпидемий бешенства (гидрофобия) приходятся на эпохи максимумов, а остальные — то на максимумы, то на минимумы. Промежуточные же годы —между максимумами и минимумами — остаются более или менее свободными от заболеваний.

Болезнь попугаев (пситтакоз) — инфекционная. Наиболее крупные эпидемии ее совпадают либо с максимумом солнечной активности, либо с эпохами минимумов.

Сопоставление данных о солнечной активности и заболеваемостью ревматизмом, также проведенное А.Л.Чижевским, показало, что скачки заболеваний видны как в максимумы, так и в минимумы солнечной активности. Но в максимумы солнечной активности эти скачки значительно больше, чем в минимумы. Такого же рода двойной период отмечен и в магнитных бурях, когда в минимумы солнечной активности видно усиление магнитной активности.

В. Н. Ягодинский исследовал реальные солнечно-эпидемиологические связи и провел тщательную статистическую обработку материалов. Делалось все для того, чтобы отсеять случайные колебания и достоверно выявить наиболее общие закономерности эпидемического процесса. Обрабатывались данные Всемирной органи-

зации здравоохранения об инфекционной заболеваемости, которые публикуются в официальных изданиях. Рассматривался период с начала текущего столетия по большинству стран мира. Математический анализ был проведен на ЭВМ, при этом из огромного наличного массива данных были выбраны наиболее достоверные и представительные ряды наблюдений. Важно то, что анализировались данные по различным странам и континентам, а это значит, что выявленные закономерности являются общими, независимо от социально-экономических, санитарно-гигиенических и других условий. Так в чистом виде было выделено влияние солнечной активности на ход эпидемического процесса.

В результате анализа данных было показано, что всем распространенным инфекционным заболеваниям присуща определенная цикличность с периодами около 3, 5, 8, 11, 14 и 18—19 лет. Это надо понимать так, что на продолжительные вековые циклы накладываются менее продолжительные. В результате получается сложная система многоритмичности эпидемического процесса. Тем не менее в общей совокупности над всеми ритмами отчетливо преобладает 10—11-летний цикл. При использовании современных статистических приемов четко выявляется зависимость эпидемического процесса от 11-летних циклов солнечной активности. Часто этот одиннадцатилетний цикл обнаруживается даже без проведения статистического анализа.

Было исследовано всего 47 продолжительных наблюдений за динамикой скарлатины в разных странах и городах. При этом 10—11-летний цикл встречался в 90% случаев. Такие же результаты получены и при анализе распространенности других инфекций.

Цикл продолжительностью 5—6 лет, выявляемый при анализе заболеваемости различными инфекционными болезнями, является вторым по значимости после 10—11-летнего цикла. Этот цикл составляет по длительности половину 10—11-летнего (главного) цикла солнечной активности.

Возникает законный вопрос — почему проявляются циклы, отличные от 11-летнего цикла солнечной активности? Специалисты это объясняют сложностью самого 11-летнего цикла, в частности тем, что продолжительность ветвей подъема и спада 11-летних циклов в каждой паре 22-летних циклов различна. Дело в том, что каждой паре 22-летних циклов свойственна особая магнитная обстановка. Таким образом, можно заключить, что практически все циклы эпидемий подобного масштаба можно объяснить влиянием и особенностями солнечной активности. Мы рассматривали роль гравитации в Солнечной системе. Надо сказать, что выявленные в эпидемическом процессе циклы продолжительностью 18—19 лет свидетельствуют о влиянии гравитационного влияния Луны и Солнца.

В. Н. Ягодинский и его коллеги исследовали ход эпидемического процесса в особые периоды резких изменений солнечной активности. В эпидемических процессах были особо выделены "переломы" хода их динамики. Это те моменты, когда менялся знак приращений количественных показателей процесса в смежные годы. Это надо понимать следующим образом. Если число заболеваний несколько лет подряд увеличивается, то приращение будет положительным. Перелом при этом наступит в том году, когда число заболеваний будет меньше, чем в предыдущем. После этого в какой-то год образуется очередной перелом. Только при этом отрицательные приращения числа заболевших сменятся положительными. По такому принципу можно любой период доделить на отдельные участки, переход между которыми происходит путем перелома. Если это изобразить на рисунке (графике), то будет виден действительный перелом кривой заболеваемости. Подобные переломы имеют место и в кривой, изображающей ход солнечной активности от года к году. Так, анализ данных о солнечной активности с 1900 года показал, что переломы в ходе солнечной активности имели место в такие годы: 1901, 1903, 1905, 1906—1908, 1910, 1915, 1917, 1918, 1920, 1925, 1928, 1930, 1936, 1936—1940, 1942, 1946—1947, 1948, 1950, 1952, 1956, 1961, 1964, 1967, 1971 и т.д.

Сопоставление переломов в ходе кривых солнечной активности с ходом эпидемического процесса выявило очень любопытные закономерности. Оказалось, что переломы в ходе солнечной активности четко связаны с динамикой эпидемий. Так, в СССР переломы в заболеваемости корью наблюдались точно в те моменты, когда происходили переломы в ходе солнечной активности. Что же касается эпидемий гриппа, то из 44 периодов эпидемий гриппа, которые известны с 1749 года, все 42 соответствовали эпохам резких изменений активности Солнца.

Полученные результаты можно сформулировать следующим образом. По рядам наблюдений за динамикой десяти важнейших инфекционных заболеваний по данным разных стран (общая сумма этих рядов составила 4750 лет, то есть членов ряда) имеет место практически полное совпадение моментов переломов в ходе солнечной активности и переломов хода эпидемий в годы резких изменений солнечной активности и в другие годы. Вероятность нарушения такого совпадения меньше 0,01, то есть один случай из ста. На основании полученных результатов можно утверждать, что воздействие солнечной активности на эпидемический процесс является доказанным. Но при этом надо иметь в виду, что эпидемический процесс от начала до конца не является однородным. При его развитии (в динамике) происходит его дробление на ряд мелких колебаний. Поэтому и маскируется основная 11-летняя волна эпи-

демий. Этим и объясняется наличие указанных выше циклов, продолжительность которых меньше 11 лет. Важно, что между периодами в 3, 5, 8, 11, 14 и 18 лет обычно имеется двух- или четырехлетний промежуток. Он является кратным повторению дат резких изменений солнечной активности.

Говоря о связи эпидемического процесса с солнечной активностью, надо отметить, что эта связь сложная. Процесс распространения инфекционных заболеваний имеет разветвленные связи с другими процессами в биосфере, которые также связаны с солнечной активностью. Надо рассматривать три звена эпидемического процесса. Первое звено — это "семя", то есть резервуар возбудителя. Второе звено — "сеятель". Это передающий фактор. Третье звено — "почва". Это чувствительный организм. Другими словами, надо рассматривать такую последовательность: источник возбудителя инфекции, механизмы (пути и факторы) его передачи и затем восприимчивый коллектив людей.

Чтобы приблизиться к пониманию того, как именно солнечная активность может оказывать влияние на эпидемический процесс, надо рассмотреть ее влияние на вирусы.

Вирусы являются самой простейшей формой жизни. Нуклеиновые кислоты являются вместилищем информации о живом веществе. Кстати, само слово "вирус" в переводе с латинского означает "яд". Вирусы были открыты лаборантом Петербургского ботанического сада Д. И. Ивановским (1864—1920) при анализе специфической мозаической болезни табака. На исследования вирусов у него ушли годы, но не безрезультатно. Он установил, что вирус представляет собой живое вещество чрезвычайно малых размеров, которое способно размножаться. Вскоре стало ясным, что имеются вирусы различных заболеваний животных и человека. Они являются самыми многочисленными среди всех представителей микромира.

Вирусы являются древнейшей формой жизни на земле. Они меньше одноклеточных организмов, но крупнее неживых химических молекул. Однако не всегда. Иногда их размеры выходят за пределы указанного диапазона как в ту, так и в другую сторону. Например, наиболее крупные вирусы оспы больше некоторых бактерий. В то же время вирус ящура меньше сложных белковых молекул.

О том, что вирусы живые, свидетельствует их способность к воспроизведению. Они являются внутриклеточными паразитами. Любопытно, что вирусы обладают и некоторыми свойствами неживого вещества. Так, можно получить кристаллические формы вирусов. При этом они не теряют своей инфекционности, которая проявляется тут же, как только такие кристаллические формы вновь оказываются в обычных физико-химических условиях, то есть в обычном состоянии.

Живое вещество состоит из клеток. Вирусы же, являясь также живым веществом, находятся на доклеточном уровне. Они как будто открепились от ядра клетки и стали существовать (жить) самостоятельно. Поэтому вирусы еще называют "одичавшими" хромосомами.

Специалисты считают, что большинство вирусов пошло от ископаемых примитивных существ — протобионтов. Некоторые белковые частицы приспособились к паразитизму в протобионтах. Так они оказались на границе между животными и растениями и, более того, на границе между живым и неживым. Полагают, что эти прародители вирусов уже тогда выработали специальные рецепторы и другие приспособления, которые позволяют им улавливать изменения во внешней среде и успешно приспосабливаться к этим изменениям.

Свойства вирусов можно увидеть на примере бактериофагов (по латыни — "пожиратели бактерий"). Когда фаги (пожиратели) проникают в бактерию, они размножаются и растворяют (лизируют) саму клетку. Это можно наблюдать невооруженным глазом. Исследования фагов под электронным микроскопом позволили установить их свойства. Было установлено, что фаг покрыт белковой оболочкой и имеет головку и хвостиковый отросток. Под этой оболочкой содержится нуклеиновая кислота, которая является основой своеобразия размножения, а также сохранения наследственных свойств вируса. Различают рибонуклеиновую (РНК) и дезоксирибонуклеиновую (ДНК) кислоты. Они различаются углеводным основанием, а также набором органических оснований. Так, в РНК входит урацил (которого нет в ДНК), а в ДНК входит тиамин.

Общеизвестна пространственная модель ДНК — двойная спираль, то есть две закрученные в виде спирали нити, построенной из большого количества нуклеотидов. РНК имеет вид одинарно закрученной полионуклеотидной спирали, которая способна вбирать в себя небольшие участки двойной спирали.

Главной особенностью ДНК является их способность к самовоспроизведению и сохранению генетической информации. Энергия для присоединения других подобных оснований освобождается при разрушении водородных связей между основаниями двух закрученных нитей. При разделении нитей ДНК на две части каждая из них образует новый целостный экземпляр — точно такой же, каким был исходный, первоначальный экземпляр.

Фаги действуют на клетки следующим образом. Мы уже говорили, что они покрыты надежной белковой оболочкой и имеют специальное приспособление (что-то вроде шприца), которое позволяет впрыскивать ДНК в тело бактерий. Уже через несколько минут после того, как ДНК попадают внутрь бактерии, начинается

размножение фаговых частиц. Вследствие этого клетка разрушается. Но реализуется и другой вариант, при котором клетка продолжает жить, несмотря на то, что внутри нее имеется вирус. Клетка при этом заражена открытой, латентной инфекцией.

Здесь мы подошли к главному вопросу — об источнике эпидемий. Этот источник (фаг) может годами сохраняться в популяции бактерий, ничем не выдавая себя. Но вдруг, при определенных условиях все меняется, все оживает. Вирусы начинают свою активную деятельность. Что может призвать вирусы стать активными? Стимулировать их могут физические и химические факты: температура, ультрафиолетовые и рентгеновские лучи, антибиотики, аскорбиновая кислота и др.

Среди других факторов оказалось и атмосферное электричество. Было подтверждено наблюдателями, что размножение фагов ускоряется в момент прохождения грозы. Оно ускоряется и во время возмущения магнитного поля Земли. Стимулирующе в смысле размножения действует на фаг и радиоизлучение на частоте 200 мГц. Когда сравнили скорость размножения фагов с солнечной активностью, то установили очень тесную связь между ними. Было установлено, что среди природных факторов, которые индуцируют изменения в микромире, факторы космической среды выступают на первое место. Их воздействие может иметь мутагенный характер.

Под действием космических факторов бактерии могут приобретать совершенно новые качества. При этом у них может возникать лекарственная устойчивость, усиливаться размножение, токсигенность, а также ряд других изменений. Но различные организмы по-разному реагируют на действие этих факторов.

Нуклеиновые кислоты реагируют на определенные космические излучения так, что вызывают принципиальные изменения, затрагивающие даже нуклеиновый обмен. В качестве примера укажем на факт связи эпидемий детского паралича с атмосферным электричеством. Специалисты установили, что эпидемии детского паралича возникают в результате "эндогенной мутации" вируса под действием факторов, связанных с солнечной активностью.

Действие космических факторов на микроорганизмы было доказано и в прямых опытах. В одних из таких опытов исследовались бактерии дифтерии. Их токсигенность связана с поражением их фагом. Ежедневные наблюдения микробиолога С. Т. Вельховера в продолжение девяти лет показали, что резкие изменения их свойств очень часто встречались при максимальной солнечной активности (36 раз в год). При минимальной солнечной активности такие резкие изменения встречались только 5—7 раз в год. Когда исследователь закрывал культуру дифтерии свинцовым экраном, который препят-

ствовал проникновению космических факторов, то резкие изменения свойств культуры менялись только раз за весь период наблюдений (один раз в сезон, когда интенсивность действующих факторов была максимальной).

Исследователь П. М. Нагорский проводил опыты с культурой дизентерии, которая находилась под свинцовым экраном и при отсутствии экрана. Он установил существенные различия в токсигенности культуры в том и другом случае. Это свидетельствовало о действии на культуру космических факторов.

Б. М. Владимирский исследовал бактерии кишечной группы — дифтерии, антракоида (это аналог сибирской язвы), а также стафилококков. На культуру воздействовали электромагнитным полем определенной частоты. При этом многие свойства бактерий (интенсивность размножения, биохимические сдвиги и др.) под действием излучения менялись существенно.

В других опытах на бактериальную культуру действовали таким возмущенным (меняющимся) магнитным полем, которое имеет место во время магнитных бурь. При этом было показано, что вирулентность бактерий достоверно усиливается. Агрессивность бактерий мышиного тифа, например, усиливалась в 3 раза. В других опытах было показано, что штаммы стафилококка под действием магнитного поля в 300 раз увеличивали свою устойчивость.

Что такое токсичность микробов в реальной жизни? Это или жизнь или смерть. Например, смертность при столбняке во многом зависит от токсичности микроба, а последняя зависит от возмущенности магнитного поля Земли, а значит, и от солнечной активности. По этой же причине периоды повышенной смертности от дифтерии в Ленинграде в прошлом наблюдались при максимальной солнечной активности.

Надо отметить, что, как и солнечная активность, инфекционные заболевания характеризуются изменениями от сезона к сезону. Установлено, что в нашей стране все подъемы заболеваемости гриппом начинались в канун Нового года и продолжались по март. Максимумы кишечных инфекций приходятся на конец лета — начало осени. Сезонные изменения в инфекционных заболеваниях очень велики. Они по большинству инфекции достигают 50%. Если инфекции передаются кровососущими членистоногими, то в эпидемический сезон регистрируется 100% годового числа заболеваний. Сезонные подъемы в каждом году складываются с учетом их высоты и продолжительности — и так образуется многолетняя цикличность.

Как же космические факторы, которые связаны с активностью Солнца, оказывают влияние на эпидемический процесс? Во-первых, из Солнца исходит электромагнитное излучение (это, кро-

ме видимого света, радиоволны, рентгеновское излучение, ультрафиолетовое и инфракрасное излучения), которое очень быстро достигает Земли. Часть этого излучения достигает ее поверхности, а остальная часть застревает в атмосфере, поглощаясь ею. То излучение, которое проникает в биосферу Земли, непосредственно влияет не только на организм человека, но и на растительный и животный мир. Естественно, оно оказывает влияние и на микроорганизмы.

Но из Солнца исходит не только электромагнитное излучение с разными длинами волн. Как мы уже говорили, от него исходят и заряженные частицы. Это и легкие частицы (электроны), и тяжелые частицы — ядра химических элементов или ионизированные атомы, то есть ионы. Если путь электромагнитного излучения от Солнца к Земле распространяется по прямой линии, т. е. по лучу со скоростью света, то путь заряжённых частиц от Солнца к Земле очень непростой. Как мы видели, преградой их движению служит магнитное поле Земли, которое большую часть этих солнечных заряженных частиц отталкивает, не пропускает в околоземное пространство. Благодаря этой защите от солнечной и вообще космической корпускулярной (корпускула значит частица) радиации у Земли есть атмосфера, биосфера и имеются условия, необходимые для жизни человека. Если бы у Земли не было магнитной защиты, то она превратилась бы в большую Луну, без атмосферы и без жизни.

В первой части книги мы рассказали о том, как солнечные заряженные частицы (солнечный ветер) деформируют магнитосферу Земли, вызывая тем самым изменение ее магнитного поля. Эти изменения называют магнитными бурями, магнитными возмущениями, пертурбациями. Колебания магнитного поля Земли, которые вызваны действием солнечных заряженных частиц, действуют на организм человека, на животных, на растения. Заряженные частицы, которые все же попадают в атмосферу Земли, меняют ее циркуляцию, то есть изменяют погоду. При этом меняется атмосферное электричество. Как атмосферное электричество, так и погода оказывает влияние на все живое, в том числе и на человека. Выше мы говорили о влиянии атмосферного электричества на культуры различных бактерий.

Таким образом, путей воздействия космических факторов на здоровье человека много. Но они все связаны в один жгут, представляют собой единое целое. Это просто разные каналы, соединяющие море солнечной энергии с биосферой Земли. Одни из этих каналов прямые, удобные, и по ним энергия движется быстро и беспрепятственно. Другие — очень запутанные, замысловатые и окольные. Но по ним энергия от Солнца также поступает к Земле,

к ее атмосфере, И оказывает воздействие или на атмосферу, или непосредственно на биосферу. Специалисты широко используют термин "солнечно-земные связи". Собственно, это и есть описанная выше очень непростая система каналов, по которым энергия поступает от Солнца к Земле, неоднократно преобразуясь при этом и вызывая сложный комплекс процессов в околоземном пространстве и на Земле.

Можно назвать воздействие электромагнитного излучения Солнца и высокоэнергичных заряженных частиц, которые достигают поверхности Земли, прямым. Как излучение, так и частицы в своем пути от Солнца к Земле меняются мало и непосредственно (прямо) воздействуют на живые организмы, в том числе на организм человека. Воздействие заряженных частиц, которые имеют меньшие энергии и не могут в неизменном виде достичь поверхности Земли, является косвенным, опосредствованным. Например, они вызывают возмущение магнитного поля Земли, которое в свою очередь воздействует на биосферу и человека. Или они вызывают изменение атмосферного электричества и погоды, что опять же сказывается на состоянии биосферы и на здоровье человека. Правда, те частицы, которые вызывают магнитные бури, и те частицы, которые вызывают изменение погоды и атмосферного электричества, имеют различные энергии. Собственно энергия заряженной частицы определяет ее судьбу в ее путешествии от Солнца к Земле. А так как караван частиц, направляющийся от Солнца к Земле, состоит из частиц самых разных энергий (от самых маленьких до самых больших), то и эффекты от хода этого каравана будут самые разнообразные. Одни частицы (с самыми большими энергиями) беспрепятственно пронизывают как магнитосферу, так и атмосферу Земли и застревают только в земных недрах. Другие частицы (у которых энергии мало) проходят мимо магнитосферы Земли, не имея возможности даже приблизиться к ней. Частицы с промежуточными, средними энергиями проникают в магнитосферу Земли, взаимодействуют с атмосферным газом, вызывая там целый ряд превращений атомов и молекул газа. Но на все это расходуется их энергия, и поверхности Земли достичь они не в состоянии. До нее доходят лишь отзвуки тех процессов, которые они вызвали в атмосфере. В результате меняется состояние биосферы, состояние здоровья людей. Такие пути действия на здоровье людей и вообще на живые организмы называют косвенными, опосредствованными. Если мы хотим уберечь свое здоровье от неблагоприятного действия этих факторов, мы должны понять пути этого действия (как прямые, так и косвенные). Только так можно разработать различные эффективные меры защиты здоровья от действия космических факторов.

Опосредствованные пути действия космических факторов на эпидемический процесс хорошо просматриваются на примере такого инфекционного заболевания как малярия, и количество больных малярией изменяется от года к году волнообразно. Объясняется это изменением количества осадков в разные годы. От количества осадков зависят площади выплода комаров. Больше осадков — больше комаров. В то же время в жаркие сезоны развитие паразитов в организме ускоряется. Оказывают влияние и другие факторы природного характера. Максимумы солнечной активности не строго совпадают с максимумами заболеваемости малярией. Дело в том, что требуется определенное время на то, чтобы солнечная энергия (ее увеличение) отразилась на динамике осадков и температуры, а значит и на размножении переносчиков и паразитов в наиболее подверженных малярии районах.

Распространение кишечных инфекций также зависит от режима температуры. Ход событий при этом можно иллюстрировать таким фактом. Во время мощного циклона в одном из округов Индии утонуло 74 тыс. человек. Но за этим несчастьем тут же последовало новое — пришла холера, от которой погибло еще 74 тыс. человек. А холера пришла потому, что наводнением были разрушены жилища, источники водоснабжения. В результате инфекция распространилась беспрепятственно среди населения. О подобных бедствиях сообщалось неоднократно.

В восточных штатах Индии в октябре 1973 г. произошло наводнение. Только в одном из округов пострадало около одного миллиона человек. Урожай почти полностью погиб, и было разрушено 80 000 домов. Последствия этих событий были также трагическими, поскольку они стали причиной эпидемий.

Собственно развитие кишечных инфекций зависит от природных факторов не только в тропических широтах. Эта зависимость прослеживается и в умеренных широтах, но она менее выражена. При кишечных инфекциях играет определенную роль перенос возбудителей мухами. Численность мух зависит от температуры и осадков. Погодные условия имеют определенное значение и при респираторных инфекциях. В этом случае охлаждение служит провоцирующим фактором. Но имеется и еще один очень важный фактор — человеческая слюна, поскольку заражение кишечными и капельными инфекциями происходит через ротовую полость и носоглотку. От состояния носоглотки и ротовой полости во многом зависит судьба возбудителея инфекции. Он может погибнуть уже на первом этапе своего пути, при первом же соприкосновении со слюной человека. Таково свойство слюны. Она растворяет микроорганизмы очень быстро. Далее сообщаем сенсационную новость: способность слюны растворять микроорганизмы зависит от солнечной активности.

Вот так! Надо ли приводить более убедительные доводы влияния солнечной активности, космических факторов на состояние здоровья человека. Исследователи изучали свойства слюны в зависимости от солнечной активности в продолжение целого 11-летнего цикла. Оказалось, что при минимальной солнечной активности (в 1964 г.) слюна даже после сильного разбавления полностью растворяла миллионные колонии микробов. При повышении солнечной активности до максимальной величины (1968) бактериологическая способность слюны резко снизилась.

После этой информации нас не должно удивлять то, что от уровня солнечной активности зависит и кислотность, а также бактерицидность желудочного сока. Что это значит — ясно: желудочный сок является вторым барьером на пути кишечных бактерий. Достоверно установлено, что чем больше солнечная активность, а значит и возмущенность магнитного поля Земли, тем ниже кислотность желудочного сока, тем меньше человек защищен от действия кишечных бактерий. Ведь при уменьшении концентрации соляной кислоты патогенным микробам легче проникнуть в нижележащий отрезок желудочно-кишечного тракта. Надо иметь в виду, что некоторые микробы (например, возбудители холеры) очень чувствительны к кислотности среды. Поэтому при ее изменении в желудке в сторону уменьшения создаются благоприятные условия для внедрения вибриона холеры в организм человека.

С солнечной активностью связаны и бактерицидные свойства крови. Эти свойства зависят и от сезона. При максимальной солнечной активности способность сыворотки крови растворять микроорганизмы примерно на одну треть меньше, чем при минимальной солнечной активности. И вообще, иммунная система организма (ее эффективность) также зависит от солнечной активности. Это подтверждается и лабораторными исследованиями: когда фагоциты, которые отвечают за чистоту наших органов и тканей, длительное время содержали в магнитном поле, они переставали захватывать и переваривать проникших микробов с прежней эффективностью, пока на них не действовало магнитное поле.

Было также установлено, что под действием электромагнитного поля замедляется выработка антител к микробам и вирусам. Это особенно четко проявляется в ранней стадии образования антител. Поэтому неудивительно, что в одни периоды течение инфекции носит более злокачественный характер, чем в другие.

Смертность от коклюша изменяется так же, как меняется магнитная активность. Из сказанного выше ясно, что именно так и должно быть. При максимальной солнечной активности организм человека хуже защищен от действия инфекционных бактерий, чем при низкой солнечной, а значит, и магнитной активности. При

этом не надо сбрасывать со счетов и тот факт, что в зависимости от солнечной активности изменяется и биологическая активность возбудителей инфекционных болезней. Более того, установлено, что меняется не только поведение и свойства возбудителей. В определенные периоды, характеризующиеся разной солнечной активностью, действуют неодинаковые по своей агрессивности варианты возбудителей. Это подтверждается такими достоверно установленными фактами. Бактерии дизентерии Флекснера уничтожают зародыши куриного эмбриона в четыре раза чаще летом, чем весной или осенью. В то же время возбудитель дизентерии Зонне очень активен не только летом, но и осенью. Это же прослеживается и на примере эпидемий гриппа.

Большие гриппозные вспышки обычно развиваются именно зимой. Они связаны не с зимним холодом, а с изменениями вируса гриппа, которые зависят от сезона. Первый вирус гриппа был выделен в 1933 г. Наблюдения за вирусом показали, что его резкие изменения наблюдались при максимальной и при минимальной солнечной активности. Именно в эти периоды резко увеличивается и качественно меняется биоэффективный поток солнечного излучения.

Конечно, изменчивость вируса происходит под действием и других природных факторов. Важную роль при этом играет иммунная система организма. Изменения вируса происходят непрерывно, постепенно. Но в разные периоды скорость этих изменений различна. При высокой солнечной, а значит и магнитной активности, возрастает вариабельность (изменчивость) признаков вируса. Когда же эти изменения затрагивают те структуры вируса, которые ответственны за его способность вызывать эпидемии, то в это время и происходит подъем эпидемического процесса, вспышка эпидемий. Изменяясь, вирус может заменять одну антигенную оболочку на другую, преодолевая таким путем тот иммунитет, который был приобретен вследствие циркуляции его предшественников. Вирус меняет свое лицо, обличие с тем, чтобы его нападение было внезапным, необычным, каким еще не было до сих пор. Для него важно как можно эффективнее поразить организм человека. Но это только один из приемов, применяемых вирусом. Имеются и другие. Вирус может, не меняя своей оболочки, своего лица, изменять другие свои свойства с тем, чтобы повысить свою агрессивность.

Ученые много раз пытались предсказывать те изменения, которые вирус гриппа претерпевает в продолжение солнечного цикла (длительностью в 11 лет). Специалисты пытаются понять, кто задает программу вирусу. Возможно, вирус просто подчиняется взмахам палочки единого дирижера — солнечной активности, дирижера, который является единым для всего живого и неживого в окру-

жающем нас мире. Эти изменения свойств вируса гриппа действительно потрясают. Так, в 1947 г. при максимальной солнечной активности появился новый вариант вируса гриппа А-1. Через 10 лет, во время очередного максимума солнечной активности (этот максимум был очень большим), этот вариант вируса сменился совершенно оригинальным вирусом азиатского гриппа А-2. Этот вирус вызвал целую серию пандемий гриппа. Прошло еще 11 лет, и наступил новый максимум солнечной активности (1968 год). В середине этого года в Юго-Восточной Азии началась циркуляция вируса "Гонконг".

Это генеральные изменения вируса. Но одновременно происходят и другие, менее коренные, менее судьбоносные, но очень важные, поскольку они также существенно влияют на вспышки эпидемий и на весь эпидемический процесс. Эти изменения дают вспышки эпидемий при минимальной солнечной активности.

Начиная с 1957 г. при каждой пандемии грипп за 3—4 месяца поражает до миллиарда людей. За гриппозной вспышкой следует вспышка сердечно-сосудистых заболеваний. Специалисты оценили, что длительность жизни переживших эти вспышки больных сокращается каждой вспышкой на 3 месяца. Из-за осложнений после гриппа преждевременно умирают миллионы людей. Точно так же надо говорить и о других заболеваниях — астме, нефритах и других. Эти тяжелые заболевания сопровождаются осложнениями после перенесенного гриппа, которые часто кончаются смертью.

ЧАСТЬ ШЕСТАЯ

ВЛИЯНИЕ КОСМОСА НА ОБЩЕСТВО

ВОЗРАСТ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

Для того, чтобы знать свое будущее, надо знать и понимать прошлое. Каково оно было у нас? Еще в начале XX в. ученые считали, что человечество прожило очень немного. Они полагали, что в Америке человек появился 4 тысячи лет назад. Но уже в 1967 г. этот возраст пришлось увеличить до 40 тысяч лет. Но оказалось, что и этот возраст слишком незначительный. Стали обнаруживаться факты, свидетельствующие о том, что возраст человечества исчисляется не сотнями тысяч лет, а миллионами. Спорить с фактами бесполезно. Так, во время раскопок в Калифорнии в пустыне Мохаве была обнаружена на глубине 7 м стоянка доисторического человека, на которой имелись следы огня и обломки грубых каменных орудий. Возраст стоянки был оценен в 200 000 лет. За этим открытием следовали другие. Ученый Л. Лики обнаружил череп зиджантропа, а также каменные орудия, возраст которых достигал уже 2 млн. лет. В пустыне на северо-востоке Эфиопии были обнаружены предметы труда, каменные "инструменты", которые свидетельствовали о том, что "человек, работающий с инструментами", жил здесь примерно 2,5 млн. лет назад. Такой же возраст у находки предметов труда, которые были обнаружены в Кении у озера Рудольфа. Новые раскопки археологов в Эфиопии свидетельствовали, что временную черту следует отодвинуть за 3 000 000 лет. В это время на Земле появился "человек прямоходящий". Затем в Южной Эфиопии работала международная, археологическая экспедиция (бельгийцы, американцы, французы). Собранный ею материал давал основание сдвинуть временную начальную метку в прошлое на 4 000 000 лет.

На самом деле истоки человечества восходят к значительно более раннему времени. В Кении была найдена челюстная кость,

которая принадлежала предку "гомо сапиенс", который жил 13 млн. лет до нашего времени. Это были факты, свидетельствующие об отдельных людях. Но и данные, касающиеся целых цивилизаций, свидетельствуют, что древние цивилизации намного древнее, чем полагали раньше. Что касается первых цивилизаций в Центральной Америке, то ученые считали, что они появились здесь только в первые века нашей эры. На самом деле новые данные говорят за то, что цивилизации в Центральной Америке появились намного раньше. Что это за данные? Приведем некоторые из них.

Недалеко от Мехико находится ступенчатая пирамида. В свое время значительная часть этой пирамиды была залита лавой, извергнутой из кратера вулкана. Возраст лавы специалисты определяют достаточно убедительно. Оказалось, что пирамида уже существовала 5000 лет до нашей эры — ведь она вначале была построена, а затем ее законсервировала лава. До этого считалось, что 5000 лет до н. э. в этом регионе Земли не было цивилизаций, способных создать подобные сооружения. При раскопках пирамиды археологи последовательно прошли несколько культурных слоев. В самом основании они обнаружили культурный слой, который можно было датировать серединой 5-го тысячелетия до н. э. Здесь можно говорить не о догадках или предположениях, а о весьма точных измерениях, поскольку использовался метод радиоуглеродного анализа. Кстати, эти измерения позволили определить, что в 2160 году до н. э. люди покинули пирамиду.

Можно не сомневаться, что эта цивилизация имела и соседей, дальних или ближних. Это подтверждают археологические раскопки. Так, в нижней долине реки Миссисипи в 1982 году были обнаружены следы уникального огромного сооружения, которое состояло из шести концентрических восьмиугольников. Размеры сооружения поражают — по диагонали сооружение занимало около 1 км. Ученые определили, что построено оно было за 1800 лет до н. э. Для чего оно было построено? Не просто для забавы! Анализ конструкции и размеров сооружения показал, что просветы между восьмиугольниками с очень высокой точностью соответствуют направлению захода солнца в дни зимнего и летнего солнцестояния. На этом основании специалисты сделали вывод, что постройка служила для того, чтобы измерять время с очень высокой точностью.

Любопытен и такой факт. На одной из каменных стен в Центральной Америке была высечена дата, соответствующая 12 042 г. до н. э. Были обнаружены и более поздние даты и надписи различного содержания. Все это было обнаружено севернее от тех мест, где находится ступенчатая пирамида, залитая лавой и свидетельствующая о существовании в то время развитой цивилизации. Данные раскопок свидетельствуют о том, что и южнее от этого региона

находились развитые цивилизации. Так, в районе нынешнего Перу сохранились руины Гран-Пахатен. Там обнаружены многочисленные барельефы, на которых изображены странные человеческие существа. Эти находки относятся к "культуре Антисуйо". Эта цивилизация, по мнению специалистов, существовала за 20 тысяч лет до н. э. Причем найдены не только останки человека, но и орудия производства, и другие различные материальные следы его трудовой деятельности.

Одновременно не будем забывать о египетской, шумерской и южноамериканской цивилизации. Когда они существовали? Считалось, что первые государства в долине Нила возникли в IV тысячелетии до н. э. Но Геродот писал, что сохранившиеся письменные источники египетской цивилизации следует датировать на 17 тысяч лет назад. В IV в. до н. э. египетский жрец Манефон написал историю Египта, при этом он начинал свою хронологию от 30 627 г. до н. э. Еще более давнее существование цивилизаций подтверждается такими фактами. Византийский историк Снеллиус упоминает о неких "Древних хрониках", которые велись жрецами Египта на протяжении 36 525 лет. Это поразительно! Греческий историк Диоген Лаэртский в III в. н. э. утверждал, что египетские жрецы берегут записи, уходящие в прошлое на 48 863 года до времен Александра Македонского. Это не должно особенно удивлять, поскольку многие даты древних историков Египта восходят к тем временам, когда там якобы вообще не обитали люди. Но эти взгляды под натиском фактов пересматриваются. А факты поступают один за другим.

Так, в 1969 г. в долине реки Нил были обнаружены каменные орудия, которыми пользовался живший здесь человек 70 000 лет тому назад. Любопытен и такой факт, свидетельствующий о древности первых цивилизаций человечества. В развалинах города Тиаунако в Андах был обнаружен весьма странный календарь. Странность его состояла в том, что он насчитывал 290 дней. В настоящее время этот город расположен в горах на высоте 4000 метров. На такой высоте практически нет растительности, и вообще там условия отнюдь не благоприятствуют жизни людей. Но подумайте, что там было обнаружено — остатки большого порта (на высоте 4000 метров в горах!), морские ракушки, изображения летающих рыб, а также скелеты ископаемых морских животных. Ясно, что все это свидетельствует о том, что этот город когда-то находился у моря.

Что же произошло? Поднялись горы (Анды) и на своих плечах подняли и прибрежный город. Но геологи знают, что подъем Анд произошел 60—70 млн. лет назад, в третичный период. Значит, к тому времени город уже был, была цивилизация, а не просто человек. Эти заключения подтверждают и другие факты. Вблизи этого города находится озеро Титикака. На дне этого озера исследователи

в наше время обнаружили остатки построек, стены, которые были составлены из огромных каменных глыб. Сами стены идут вдоль мощеной мостовой. Они расположены параллельно друг другу и тянутся более чем на километр. Специалисты-археологи считают, что это сооружение представляет собой остатки прибрежного храма, где совершались захоронения важных лиц. Храм оказался на дне озера в результате того, что развивался процесс горообразования.

Сообщается и о других фактах, которые свидетельствуют о том, что человечество, его цивилизации берут свое начало сотни миллионов лет назад. Один из интригующих фактов такой: в XVI в. в серебряных рудниках Перу испанцы нашли странный предмет. Это был железный гвоздь, длина которого достигала 18 см. Большая часть гвоздя оказалась зацементированной в куске каменной породы. Он пролежал в недрах Земли десятки тысячелетий. Сообщается, что вице-король Перу Франциско де Толедо длительное время держал этот гвоздь в своем кабинете и показывал его как нечто чрезмерно курьезное. Сохранилось письмо, в котором он сам об этом пишет. Но гвоздь не сохранился (к сожалению).

Другой факт такой. В угольных пластах в Австралии был обнаружен железный метеорит, на котором четко выделялись следы обработки человеком. А ведь метеорит был найден в третичных слоях. Это значит, что примерно 30 млн. лет тому назад метеорит обрабатывал своими инструментами человек.

Что-то подобное было обнаружено и в Шотландии, только здесь речь шла не о метеорите, а о некоем металлическом предмете. Он был найден в толще каменного угля. Кстати, в куске каменного угля была обнаружена даже золотая цепочка. А каменноугольный период (карбон) отстоит от нас на все 350—275 миллионов лет. Комментарии излишни, ведь золотую цепочку должен был кто-то изготовить, прежде чем она оказалась в каменноугольном плену! В этом плену в 1885 г. была обнаружена стальная пластинка с примесью никеля. Весила она 785 г, ее размеры 67S67S47 мм. Гипсовый слепок, снятый с этой пластинки, находится в музее города Линеза и сейчас. Жаль, что там не хранится сам оригинал, куда он первоначально был передан.

Конечно, нашему современнику хочется, чтобы о древности говорилось столь же уверенно, как и о современности. Он хочет достоверных фактов. Но исследователи не могут произвольно увеличить число этих фактов. Они могут только очень тщательно и добросовестно изучать имеющиеся факты, предметы-свидетельства, анализировать информацию, которую они несут в себе. Поэтому каждый такой факт является бесценным, и не надо торопиться выбрасывать эти предметы-свидетельства на свалку только потому,

что мы с вами не понимаем их происхождения и не отдаем себе отчета в их значении. Уроков такого самомнительного выбрасывания слишком много — человек всегда хотел верить в свое всемогущество, во всемогущество своего ума и очень торопился поступать в соответствии с этой верой. Так, из музеев Европы были выброшены камни, упавшие с неба (метеориты), поскольку французские "бессмертные" (так во Франции называли членов академии наук) постановили, что "камни не могут падать с неба". Ох уж этот раскрепощенный человек, вечно жалующийся на то, что он только второй после Бога! А хотелось бы быть первым. Очень хотелось бы, да только не получается, и почему-то, что бы человек ни делал, все невпопад. Человек расщепил атомное ядро и повысил уровень радиации на всей Земле. Он разрабатывает и использует такие технологии, которые загрязняют окружающую среду, постепенно превращая ее в непригодную для своего собственного существования. Давайте же будем сдерживать свои амбиции и не повторять на каждом шагу: "Я сам!" Будем внимательно относиться к истории Земли и человечества и беречь каждое свидетельство этой истории. Не будем торопиться выбрасывать на свалку свидетельства и поумерим по возможности свое высокомерие.

Продолжим рассмотрение этих свидетельств.

В научной литературе сообщалось, что в Лондонском музее естественной истории хранится как очень ценная реликвия особый человеческий череп. Особенность его состоит в том, что в левой его части имеется равное, строго круглое отверстие. Такое отверстие могло быть создано только огнестрельным оружием. Если бы оно было образовано холодным оружием или каким-либо другим предметом, то неизбежно образовались бы мелкие трещинки и осколки. Но таковых не оказалось. Особенность этого черепа состоит в том, что его возраст составляет 40 тысяч лет. Значит, в то время череп был пробит пулей?!

Хранится и еще один подобный свидетель древних цивилизаций. В Палеонтологическом музее в Москве также хранится череп с отверстием от пули, но это череп не человека, а зубра, и возраст его не сорок, а сотни тысяч лет. Значит, уже в то время было огнестрельное оружие, что само по себе свидетельствует о существовании весьма высокоразвитой цивилизации.

Идем дальше. В 1973 г. в французском научном журнале сообщалось, что в процессе раскопок, проводимых под Парижем, были обнаружены осколки искусственных кремниевых орудий. Они находились рядом с костями быка. Геологи определили, что эти орудия относятся к верхнему палеолиту. Это примерно 15 тысяч лет назад. Анализ осадочных пород, о котором мы уже писали раньше, позволил специалистам сделать вывод, что найденным каменным

орудиям не менее 20 млн. лет. Следовательно, уже в то время человек был вооружен орудиями труда и охоты.

Подобные свидетельства древности человеческой цивилизации самые разнообразные. Ценную информацию содержат обнаруженные отпечатки на скальных породах, а также на песчанике. Их возраст составляет сотни миллионов лет (сделаны они были на мягких породах и на влажном песке). Так, советско-китайская палеонтологическая экспедиция, работавшая в 1959—1960 гг. в пустыне Гоби, обнаружила странный отпечаток на песчанике. Это были небольшие углубления правильной формы. Они были расположены ровными рядами на одинаковом расстоянии друг от друга. Четко просматривалась геометрическая правильность рисунка. Специалисты назвали ее "машинной" правильностью, поскольку складывается такое впечатление, как от штамповки. Поэтому не приходится предполагать, что такой рисунок могло создать какое-либо живое существо. Но тогда кто это сделал, кто мог оставить такой след? Ответа нет.

В тридцатые годы нашего века на окаменевшем песке также был обнаружен отпечаток. Но это был отпечаток следов прямоходящего существа. Эти следы уж очень напоминали следы человека. Обнаруженным следам 250 млн. лет. Значит, в то время уже был человек, и он ходил, распрямившись на двоих! Такой вывод для ученых очень неподходящий. Он ломает все прежние представления, в создание которых вложено столько труда. Неудивительно поэтому, что это свидетельство — следы — было подвергнуто самому тщательному анализу. Прежде всего надо было убедиться, что эти следы не были созданы сейчас, то есть что они не были выбиты искусственно в песчанике. Были применены самые современные физические и физико-химические методы исследования. Все результаты исследований убедительно показали, что подделка исключается, следы, действительно, очень древние. Любопытно будет для читателя знать, как добиваются объективности. В данном случае анализ проводили трое ученых независимо друг от друга. Друг о друге они не знали, и вообще никто из них не знал, что еще кто-то делает то же, что и он. Тем не менее все они проводили весьма скрупулезную работу, сравнивая под микроскопом плотность песчинок как на месте самого следа, так и на соседних участках, которые не подверглись давлению ног неизвестного. Выводы всех трех независимо работающих экспертов был сформулирован практически одинаково: "Песчинки, расположенные на месте следа, лежат ближе друг к другу, чем на соседних и других участках песчаника, при той же их комбинации, что объясняется давлением, созданным ногой этого существа". Мы приводим полученные отпечатки на рис. 49. Они были опубликованы в научных журналах. Ученым было пред-

ложено назвать существо, оставившее эти следы, термином "человекоподобный, странный". В заключении экспертов констатировалось, что отпечатки "соответствуют размерам ноги человека — 25—26 см длины, и они почти такой же формы. Если бы большой палец был чуть крупнее, а мизинец не отстоял бы чуть ли не под прямым углом к оси стопы, отпечатки можно было бы принять за след человека".

Напомним, что речь идет о существах, которые жили 250 млн. лет назад в каменноугольный период. Классическая наука учит, что тогда обитали амфибии, родственные теперешним лягушкам, а также саламандры. Если это следы амфибии, то она должна была быть неправдоподобно огромной.

Описанные выше следы "человекоподобного" были обнаружены на американском континенте геологом У. Г. Бурроу, который возглавлял кафедру геологии. Но отпечатки ноги "человекоподобного" были обнаружены и в Туркмении, в Кургатанском заповеднике. Они четко напоминают следы босой ноги человека или человекообразного существа. Длина следа составляет 26 см. "Человекоподобное" существо оставило свой след 150 млн. лет. Любопытно и загадочно то, что встречаются только следы задних конечностей этого существа. Следов его рук нет. Загадка остается неразгаданной. Один из исследователей об этом писал так: "Загадка остается. Четверть миллиарда лет назад это нечто, ходившее как человек, оставило отпечатки своих конечностей на россыпях песка, который время превратило в скальную породу. Затем существо это исчезло. А теперь ученые скребут затылки".

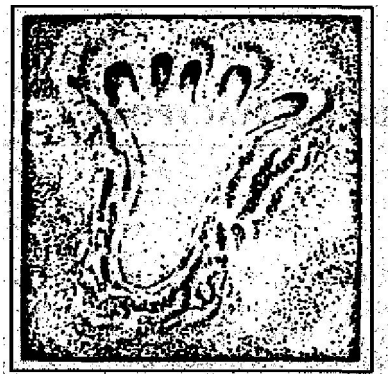

Рис. 49. *Следы прямоходящего существа, напоминающие следы человека (250 млн. лет назад).*

Условия в нашем "доме" оказывают влияние на все живое вещество Земли — растения и животные. Они оказывают влияние и на человека. Естественно предположить, что они должны влиять и на группы людей, на все человеческое общество.

Если говорить об обществе в целом, то надо рассматривать такие условия в нашем доме, которые одинаково и одновременно меняются в глобальном масштабе. Мы уже видели, что все остальные процессы в литосфере, гидросфере, атмосфере и биосфере Земли меняются в ритме Солнца, в соответствии с солнечной активностью. Поэтому неудивительно, что ученые изучали влияние на общественные процессы именно солнечной активности. Такие исследования проводятся учеными и в наши дни. Но результаты, полученные отцом гелиобиологии А. Л. Чижевским, остаются непревзойденными. Новые исследования только подтверждают полученные им результаты и в некоторых аспектах детализируют их. А. Л. Чижевский был энциклопедистом нашего столетия. Он был не только археологом и естествоиспытателем, но и поэтом, а также художником. Писал он образно и запоминающе. А главное — ясно и логично. Излагая идею и результаты его исследований, мы будем часто давать слово самому автору — лучше о его результатах никто другой не скажет.

Как известно, наука начинается там, где появляется возможность предсказывать, прогнозировать события. Можно ли прогнозировать исторические события? Из опыта мы знаем, что это в большинстве случаев не только сложно, но и практически невозможно: слишком редко оправдываются прогнозы развития общества.

Конечно, трудность прогноза состоит прежде всего в том, что развитие общества определяется одновременным действием многих факторов — экономических, политических, естественных и других. Наша задача — выделить, распознать в развитии общества, во всем течении всемирно-исторического процесса действие естественных, природных в широком смысле слова факторов. При этом ни в коем случае мы не сбрасываем со счетов действие остальных факторов. Мы на время, для достижения большей ясности, большей выпуклости, абстрагируемся от них. Сам А. Л. Чижевский об этом писал так: "...Было бы совершенно ошибочно предполагать, что периодическая деятельность Солнца является основною причиною тех или иных исторических событий. Всякое такое событие есть динамическая реакция человеческих масс от всех действующих на них политических и экономических, а равно и естественных

раздражителей, изменяющих их поведение и обусловливающих собою интеллектуальное и социальное развитие человечества".

Как уже ранее говорилось, солнечная активность изменяется с периодом, примерно равным 11-ти годам. Этот период можно разбить на четыре подпериода: первый, в течение которого солнечная активность остается минимальной, второй, для которого характерно увеличение солнечной активности, третий, в течение которого солнечная активность является максимальной, и четвертый, в продолжение которого солнечная активность уменьшается от максимальной величины до минимальной. В каждый из этих подпериодов от Солнца к Земле приходит разное количество энергии. Поток заряженных частиц, исходящих непрерывно из Солнца — так называемый солнечный ветер, — меняется с изменением солнечной активности, он то усиливается, то ослабляется. Под его давлением наш магнитный дом (магнитосфера Земли) сжимается то больше, то меньше, порождая электромагнитные колебания различных частот. Как уже было показано, с изменением солнечной активности изменяются практически все условия в литосфере, гидросфере и атмосфере Земли.

Задача состояла в том, чтобы выявить те изменения в обществе, которые характерны для первого, второго, третьего и четвертого периодов в отдельности. А. Л. Чижевский решал эту задачу следующим образом. "Необходимо было, — пишет он, — выбрать обобщающий метод, то есть такой, который был бы пригоден для учета любого исторического явления. Для осуществления нашей задачи мы решили для каждого массового события, имеющего более или менее крупное историческое значение, выделить: 1) начало (первый подъем масс) и 2) высшую точку напряжения (если таковая может быть точно определена). Главное внимание было нами обращено на даты возникновения исторических событий, то есть даты первых подъемов человеческих масс во имя достижения той или иной цели. Окончательный вывод получился после долгой работы в итоге детального статистического исследования истории большинства государств и народов, населявших все пять континентов земного шара и известных науке, начиная с 500 г. до Рождества Христова и кончая 1914 г., то есть за 2414 лет".

Само по себе такое всемирное сопоставление событий (по всем странам и континентам) с указанной выше точки зрения представляет огромный интерес. И действительно, А. Л. Чижевский в результате проведенной огромной работы пришел к заключению, что "на различных континентах Земли, в различных странах, у различных народов, зависящих или не зависящих один от другого в политическом или экономическом отношении, а равно и по отношению к занимаемой территории, главные моменты их историчес-

кой жизни, сопряженные с движением больших масс, стремятся быть синхронными.… Это позволяет считать каждый цикл исторических событий всемирно-исторического процесса — всеобщим".

Таким образом, несмотря на то, что в каждой стране происходили разные по своим целям события, во всем мире происходило в каждом цикле одно и то же по сути — каждый цикл событий всемирно-исторического процесса проявлял себя в каждой из стран, поэтому его можно считать всеобщим.

Установленные всеобщие циклы общественных событий были сопоставлены А. Л. Чижевским с циклами солнечной активности. И оказалось, что "количество протекающих одновременно в различных участках Земли исторических событий с приближением к максимуму солнцедеятельности постепенно увеличивается, достигая наибольшего числа в эпохи максимумов, и уменьшается с приближением к минимуму".

Таким образом, каждому циклу солнечной активности соответствует свой всеобщий цикл исторических событий. Причем "в каждом столетии этот цикл повторяется ровно 9 раз". "На всем протяжении всемирной истории человечества, начиная с 500 г. до Р. Христова и по сие время, в каждом веке нами обнаружено по девяти отчетливо обрисовывающихся концентраций начальных моментов исторических событий" (А. Л. Чижевский).

Более подробно результаты, полученные А. Л. Чижевским, выглядят так:

1. "...каждый цикл всеобщей истории, военной или общественной деятельности человечества равен в среднем арифметическом 11 годам".

2. В периоды максимальной солнечной активности имеют место эпохи концентраций исторических событий. Периоды минимальной солнечной активности совпадают с эпохами разряжения исторических событий. Измерения солнечной активности проводятся начиная с 1610 г. Изменение солнечной активности за предшествующий период восстанавливается как по летописям и другим источникам, так и по другим естественным процессам и их последствиям.

Располагая наиболее полными данными о солнечной активности с 1610 г., А. Л. Чижевский особенно скрупулезно провел анализ за этот период. Он показал, что минимуму солнечной активности соответствует период минимальной возбудимости, тогда как период роста солнечной активности соответствует периоду нарастания возбудимости в обществе. На эпоху максимальной солнечной активности приходится период максимальной возбудимости в обществе, после которого непременно наступает период падения возбудимости, который соответствует периоду спада солнечной активности до минимума.

Максимум солнечной активности находится не в точности посредине между двумя минимумами: он несколько ближе к предшествующему минимуму. Это значит, что солнечная активность нарастает быстрее (в течение 4,5 г.) и спадает медленнее (в течение 6,6 г.). Периоды солнечной активности имеют в среднем такую продолжительность: период минимальной солнечной активности длится примерно 3 года, период роста — 2 года, период максимума — 3 года и период уменьшения — также 3 года. А. Л. Чижевский рассчитал по всем циклам от 1610 г. по 1914 г., сколько событий (в пределах к общему числу) приходится на каждый период солнечной активности (которые, как мы видели, примерно равны). Оказалось, что более половины (60%) всех событий всемирной истории приходится на периоды максимальной солнечной активности, который длится всего 3 года из 11-ти. На такой же по длительности (3 года) период минимума солнечной активности приходится всего 5% всех событий всемирной истории. На период роста солнечной активности приходится 20%, а на период ее спада — 15% всех событий всемирной истории. Должно ли это убедить скептиков?!

Глубокий смысл полученных данных состоит в том, что "внутренней структуре каждого цикла соответствует внутренняя структура всех остальных". Другими словами, в своих основных чертах все циклы (длительностью примерно в 11 лет) в развитии человеческого общества похожи друг на друга, похожи их, по определению А. Л. Чижевского, социально-психологические характеристики. Каковы они?

Как уже говорилось, каждый цикл состоит из четырех периодов. Первый период, который совпадает по времени с минимумом солнечной активности, характеризуется минимальной возбудимостью общества. Его А. Л. Чижевский характеризует так:

"Характерные черты этого периода следующие: разрозненность масс, индифферентизм масс к вопросам политическим и военным, миролюбивое настроение масс, уступчивость, терпимость и т. д.

Появление этих психологических признаков у исторически действующих масс человечества в первый период цикла сопровождается обычно отсутствием желания какой бы то ни было борьбы за идею или право, а потому влечет за собой легкую капитуляцию, сдачу в плен, бросание оружия, бегство с поля битвы и пр.

Такое поведение отдельных индивидов или целых групп принуждает правящие сферы государства к соответствующим мероприятиям: заключению с врагом ряда перемирий и, наконец, мира; капитуляции на тяжких условиях, открытию дипломатических сношений, объявлению нейтралитета, затем к роспуску войск и т. д.

Устремления человечества в других сферах деятельности также видоизменяются: поток общественной жизни, попадая в русло успокоения и мира, получает возможность приложить свой тихий ход к достижению иных целей, к решению иных проблем. Здесь берет начало духовная деятельность человека, создаются культурные ценности, чистое искусство и наука ставятся в край угла общественной жизни, сменяя собою бурную накипь недавних дней и обесценивая своими достижениями все созданное наспех и непрочно. В период минимума человечество стремится к успокоению, отдыхает от тревог предшествовавших лет и набирает физические силы для неотвратимо приближающейся новой эпохи треволнений".

Второй период является периодом нарастания возбудимости:

"Уже начало этого периода характеризуется значительно большим подъемом возбуждения масс, чем в период предшествовавший. Единения масс еще нет; только мало-помалу начинают вновь организовываться распавшиеся к периоду минимальной возбудимости партии и группы, намечаются вожди, определяются программы. Сила внушения снова проявляется на массах: государственные деятели, полководцы, ораторы, пресса восстанавливают свое значение. Вопросы, политические и военные, начинают показываться из-за горизонта общественной жизни и постепенно обостряются. Тенденция к персеверации однородных мыслей замечается повсюду, заполняя собою умственную деятельность масс. Помимо воли индивидов, сосредоточение на однородных военных или политических темах, при наличии, конечно, к тому располагающих причин, постепенно возрастает; идеи, обращающиеся в массах, начинают доминировать.

Еще в разрешении важных государственных вопросов замечаются колебания и нерешительность, еще выводы не созрели окончательно, но уже могут греметь приготовления к войне, международное положение осложняется. Однако еще не решаются выступать в открытую борьбу или объявлять войну: еще медлят, ожидая подходящего момента и предчувствуя его по ходу постепенного нарастания общего возбуждения масс. Действительно, вскоре, через год, два, а иногда и меньше, берет верх единодушное требование масс, направленное на решение тех или иных вопросов. Теперь даже лица, стоящие вдали от военных или политических дел, бывают принуждены присоединиться к той или иной политической или военной группе.

В конце второго периода, который постепенно может принять бурный характер и обнаружить нетерпение и нервность народных масс, мы замечаем одно из самых важных явлений военно-политической жизни сообществ, а именно: стремление к объединению

различных народностей, составляющих данное сообщество, в целях защиты или нападения и слияние различных политических группировок для противодействия другим политическим группировкам.

Значение этого периода заключается в том, что он полагает основу дальнейшему развитию исторических событий на протяжении данного цикла в данном человеческом сообществе и, отчасти, даже предрешает их ход в период максимальной возбудимости...

В течение второго периода следует различать три главных фазы в порядке постепенного их развития: 1) возникновение в массах идей, 2) группировка идей, и 3) выявление одной основной идеи в массах данного человеческого сообщества к начальному моменту третьего периода".

"Все три фазы второго периода развиваются иногда вполне механически, без организующего участия действующих индивидов, чем подготовляются совершенно неожиданные эффекты массового единства к приближающемуся началу третьего периода — периоду максимальной возбудимости. Таким образом, назревает необходимость разрешения в первую очередь первого основного вопроса, волнующего массы в человеческом сообществе".

Третий период является периодом максимальной возбудимости. "Это главный этап развития каждого цикла, разрешающий всемирно-исторические проблемы человечества и основополагающий новые, исторические эпохи. Он побуждает человечество к величайшим безумствам и величайшим благодеяниям: он воплощает идеи в жизнь путем пролития крови и лязга железа. Если бы мы пожелали дать сравнительно-историческую характеристику этого периода, нам пришлось бы повторять главнейшие события всемирной истории: все они, как показали произведенные сопоставления деятельности Солнца и человека, происходили в эпохи напряжения активности первого. В этом периоде имели место величайшие революции и величайшие столкновения народов, начинавшие новые эры в жизни человечества и оправдывавшие этим страшную формулу Гераклита Темного: "Война — отец и царь всего". Параллелизм деятельности двух удаленных одно от другого веществ солнечной и мозговой материи — с особенною яркостью и наглядностью проявляется именно в течение данного периода".

"Здесь мы укажем лишь на те главные факторы, наличие которых в массах обусловливает собою возникновение и развитие решающих событий в человеческих сообществах: 1) возбуждающее действие на массы народных вождей, полководцев, ораторов, прессы и т. д., 2) возбуждающее действие настроений и идей, обращающихся в массах, 3) быстрота возбудимости от единства психического центра, 4) размер территориального обхвата массовым движением, 5) интеграция и индивидуализация масс".

"Никогда влияние вождей, полководцев, ораторов, прессы и пр. не достигает такой огромной силы, как в период максимального напряжения пятнообразовательной деятельности Солнца". "Сила влияния вождей механически выдвигает одаренных личностей над массами, не считаясь с традиционными нормами и установившимися законами". "Не менее важное значение имеют идеи, обращающиеся в массах к периоду максимальной возбудимости". "Историки становятся в тупик перед фактами, указывающими на то, что идеи, о которых не смели говорить год-два тому назад, теперь высказывались открыто и смело; массы становились нетерпеливее, беспокойнее, возбужденнее; они начинали возвышать голос, требовать и вооружаться". "В период максимальной возбудимости иногда бывает достаточно малейшего повода, чтобы массы воспламенились, подняли восстание или двинулись на войну".

"Иногда разгар борьбы вскрывает всю обширную область человеческого безумия, неуравновешенности и страсти. Стихийные насилия, ожесточение, остервенение, эпилептическое исступление, жажда мщения, эпидемии убийств, паник, погромов, опустошительных набегов, отчаянных битв, массовых истреблений, кровавых бань, а также мятежи, бунтарства, сопряженные с проявлением фанатизма и героизма, — достигают своего апогея. Массы и толпы могут ликовать при виде самых ужасных насилий, зверств, убийств. Ими изобретаются мучительные казни: безумие воплощается в жизнь. То, что считалось невозможным и диким в период минимальной возбудимости, в период максимума вполне может идти рука об руку с моралью и возвышенностью идеалов. Перед этими порывами и проявлениями как масс, так и отдельных индивидов, вследствие необычайного состояния психического возбуждения, должны заглохнуть чувства опасности, самосохранения, даже инстинкт".

"Величайшие революции, войны и прочие массовые движения, созидавшие системы государств, полагавшие начало поворотным пунктам истории и колебавшие жизнь человечества на территориях целых материков, стремятся совпадать с эпохою максимального напряжения солнцедеятельности и развить наивысшую интенсивность в моменты его наивысших напряжений".

"Иллюстрацией вышеизложенного могут послужить несколько примеров из огромного числа совпадений солнечной и человеческой активности, встречающихся на протяжении всемирной истории.

Цифрами обозначены даты эпох (амплитуда равна 2—3 г.) максимальной деятельности Солнца (по летописям, хроникам и астрономическим данным), вполне синхронной с важнейшими историческими событиями.

Поворотные пункты всемирной истории:

1492 — падение мусульманского ига в Испании; открытие Америки; начало новой истории.
1789 — Великая французская революция, начало новейшей истории.
1917 — революция в России.
Важнейшие восстания и революции:
1306 — великое восстание в Англии,
1358 — великое восстание во Франции,
1368 — великое восстание в Китае,
1381 — великое восстание в Англии,
1525 — великое восстание в Германии,
1648 — революция в Англии,
1789 — революция во Франции,
1830 — Июльская революция,
1848 — Февральская революция и общеевропейский кризис,
1860 — восстание в Италии,
1870 — Парижская Коммуна,
1905 — революция в России,
1917 — революция в России.
Крестовые походы:
1094—96 — первый крестовый поход,
1147 — второй поход,
1187 — третий поход,
1194 — четвертый поход,
1212 — крестовый поход детей,
1224 — пятый крестовый поход,
1270 — седьмой крестовый поход (шестой крестовый поход был совершен не массами).
Переселения народов:
374; 409; 449—451—452; 568.
Массовые гонения на евреев:
1093 — Южная Европа,
1144 — Германия и Италия,
1182 — Франция,
1215 — Западная Европа,
1290 — Англия,
1306 — Франция,
1348 — Европа,
1391—94 — Испания, Франция,
1481 — Испания,
1491—94 — Испания, Литва,

1704 — Украина,
1830 — Европа,
1849 — Европа;
1881—82 — Россия, Венгрия и др.
Гонения на христиан:
303; 362; 575 и другие.
Кровавые эпизоды всеобщей истории:
1185 — избиение латинян в Фессалониках,
1204 — разрушение Византии,
1520 — бойня в Стокгольме,
1560 — резня в Васси,
1572 — Варфоломеевская ночь во Франции,
1588 — лондонские казни,
1739 — Делийская резня,
1768 — Уманьская резня,
1792 — сентябрьские убийства во Франции,
1860 — резня христиан на Востоке,
1896 — резня в Константинополе и многое другое.
Выдвижение народных и духовных вождей, реформаторов, полководцев и государственных деятелей:
395 — Аларих,
441 — Аттила,
536 — Витигес,
536 — Велизаргий,
622 — Мохамет,
719 — Карл Мартель,
1096 — Петр Амьенский,
1146 — Бернар Клервосский,
1306 — Роберт Брюс,
1365 — Виклиф,
1367 — Тамерлан,
1381 — Уот Тайлер,
1402 — Гусс,
1412 — Гусс,
1420 — Ян Жижка,
1429 — Жанна д'Арк,
1489 — Савонаролла,
1519—1525 — Лютер,
Цвингли,
Ваза,
Мюллер,
1537 — Иг. Лайола,
1605 — Лже-Дмитрий,
1605 — В. Шуйский,

1612 (max 1615) — Минин,
Пожарский,
1625 — Жмайла,
1625 — Ришелье,
1626 — Валленштейн,
1637 — 1639 — Павлюк,
Гуня,
Остраница,
Александр Лесли,
1648 — Б. Хмельницкий,
1648 — Ол. Кромвель,
1683 — Евг. Савойский,
1769 — Гайдер-Али,
1777 — Лафайет,
1777 — Вашингтон,
1788 — Суворов,
1805 — Веллингтон,
1839 — Шамиль,
1848—1860 — Гарибальди,
1870 — Мольтке,
1870 — Гамбетта,
1917 — Керенский,
1917 — Ленин.

На основании вышеизложенного можно сделать предположение, что такие выдающиеся лица древности, как Мильтиад, Фемистокл, Кимон, Перикл, Лизандр, Пелоцид, Эпаминонд, Ганнибал, Марий, Сулла, Спартак, Кателина, Верцингеторикс, Цезарь, Германик, Цивилис и многие другие впервые появились на арене общественной жизни или впервые приобрели общественное значение в эпохи максимумов пятнообразовательной деятельности Солнца".

В заключение фактического материала приведем еще несколько примеров того, как располагаются даты замечательнейших битв древности за 5 веков до Рождества Христова.

"Расположив даты замечательнейших битв древности за 5 веков по столетиям и десятилетиям, легко усмотреть две бросающиеся в глаза закономерности, которые наблюдаются в распределении данных событий во времени. Первая из них заключается в изумительном совпадении цифр, стоящих на месте единиц и десятков любой исторической даты одного столетия с цифрами, стоящими на месте соответствующих единиц и десятков в исторической дате другого столетия или через одно-два-три столетия. Например:

496—394—295—197
466—66
418—218 490—390—191/190
362—260
410—212 480/479—280/279
340—241—42
606/604—406/405
371—272—74/72
433—333/331—30
401—301—202—102/101
168—69
525—425—225

Другая закономерность наблюдается в распределении этих же дат в каждом столетии. Оказывается, что даты указанных битв отстоят одна от другой, в большинстве случаев, на числа, кратные 10—11 годам, то есть на промежуток времени между одним и другим максимумом солнцедеятельности. Например:

V век: 490—480; 466—433; 433—425; 425—415; 415—405;
IV век: 390—371; ^71—362; 362—340; 340—331; 331—301;
III век: 280—272; 272—260; 260—241; 241—222; 222—212; 212—202;
II век 197—190; 190—168; 168—102;
I век: 86—74: 74—66: 66—46; 46—30".

В заключение приведем следующие слова А. Л. Чижевского:

"Таким образом, по эпохам максимумов, от максимума до максимума, а иногда и через несколько максимумов, колеблется историческая жизнь народов, следуя директивам космического фактора. Эти колебания можно обнаружить на протяжении всей истории человечества".

Но кроме 11-летних циклов в истории человечества имеются и более продолжительные, которые также связаны с физическими условиями в космосе. Рассмотрим их.

Если выше мы рассматривали исторические факты, а точнее, события, которые тщательно фиксировались хронистами, то далее проанализируем тот фон, на котором эти события развивались. Вы в море видите гребни волн. Это событие. Но и вся толща воды живет, меняется, дышит, колеблется. Это тот фон, на котором видны гребни волн. Если события кратковременны (их продолжительность измеряется месяцами или годами), то фон формируется и меняется в течение столетий и тысячелетий. Этот фон для общества не что иное, как этнос, процесс, который можно изучать на стыке исто-

рии, географии и биологии. Он настолько медленный, что его можно зафиксировать только анализом за длительный прошедший период времени, то есть ретроспективно, используя для этого, конечно, историю. Но не только одну историю. Исследователь этносов Л. Н. Гумилев считает, как и А. Л. Чижевский, что во многом определяющим здесь является космос, космическая энергия, заряжающая в определенные моменты истории и в определенных (не произвольных) местах биосферу Земли, а значит и людей. Поэтому жизнь этносов не безразлична ко всей биосфере, и не может изучаться отдельно от истории биосферы и, конечно, от географии. Собственно, вся история человечества — это неразрывная, неотделимая часть изменений, колебаний биосферы Земли. Но, естественно, эти связи истории человечества, географии и этногенеза слишком сложны, чтобы их можно быть выявить сразу и в полном объеме. Так, К. Маркс писал:

"Сама история является действительной частью истории природы, становления природы человеком. Впоследствии естествознание включит в себя науку о человеке в такой же мере, в какой наука о человеке включит в себя естествознание: это будет одна наука". Эта работа, собственно, только начата. Начата нашим соотечественником Л. Н. Гумилевым. Он, как и А. Л. Чижевский, не просто пионер, основоположник новой науки, он и борец за новую идею. А может ли быть иначе?

Далее у нас речь пойдет об этносах, об исследовании возникновения и развития этносов под действием внешних (космических и биосферных) факторов. По словам Л. Н. Гумилева, "этносы — явление, лежащее на границе биосферы и социосферы и имеющее весьма специальное назначение в строении биосферы Земли".

Уточним, что народ, народность, нация, племя, родовой союз — все это обозначается словом "этнос".

С одной стороны, развитие этноса происходит в тех или иных географических условиях и роль ландшафта в смысле экологических возможностей очевидна. С другой стороны, мы должны рассматривать этнос (естественно сложившийся человеческий коллектив) как сообщество живых организмов, находящихся на определенной стадии развития (в состоянии эволюции или инволюции или же устойчивости внутри вида — мономорфизма). Эти живые организмы надо рассматривать не сами по себе и во взаимодействии только с себе подобными, но и во взаимодействии со всеми живыми организмами, со всем живым веществом. Это значит, что надо рассматривать сообщества всех живых организмов — геобиоценозы — как единое целое и прослеживать роль в них и развитие живых организмов, которые в совокупности составляют данный этнос. Поэтому данная проблема частично входит в науку — эколо-

гию, а частично — в генетику. Естественно, что роль истории и ландшафтоведения (географии) при этом не умаляется. Можно понятие "этнос" определить как специфическую форму существования вида Homo sapiens. При этом этногенез надо понимать как местный (локальный) вариант внутривидового формообразования, который определяется сочетанием ландшафтного и исторического факторов.

При этом речь идет не только о том, как влияет на людей географическая среда (ландшафтный фактор), но и о том, в какой степени сам человек является составной частью биосферы. Уточним понятие ландшафта, как его понимают специалисты, занимающиеся проблемой этносов. Л. С. Берг в 1922 г. пришел к следующему заключению, которое справедливо для всех организмов, в том числе для людей:

"Географический ландшафт воздействует на организм принудительно, заставляя все особи варьировать в определенном направлении, насколько это допускает организация вида. Тундра, лес, степь, пустыня, горы, водная среда, жизнь на островах и т. д. — все это накладывает особый отпечаток на организмы. Те виды, которые не в состоянии приспособиться, должны переселиться в другой географический ландшафт или вымереть". Колесник С. В. считает, что ландшафт — это "участок земной поверхности, качественно отличный от других участков, окаймленный естественными границами и представляющий собою целостную и взаимообусловленную закономерную совокупность предметов и явлений, которая типически выражена на значительном пространстве и неразрывно связана во всех отношениях с ландшафтной оболочкой". Это в сочетании называют еще "месторазвитием". Этот принцип (связь с местом) Л. С. Берг назвал хорономическим (от греч. хорос — место). Но надо иметь в виду, что "этнос — не просто скопище людей, теми или иными чертами похожих друг на друга, а система различных по вкусам и способностям личностей, продуктов их деятельности, традиций, вмещающей географической среды, этнического окружения, а также определенных тенденций, господствующих в развитии системы. Последнее, являющееся направлением развития, особенно важно, ибо общим для всех случаев множеств является свойство элементов обладать всеми видами активности, приводящими к образованию статических или динамических структур... Таким образом, реальную этническую целостность мы можем определить как динамическую систему, включающую в себя не только людей, но и элементы ландшафта, культурную традицию и взаимосвязь с соседями".

Группа этносов, которая возникла одновременно в одном регионе и проявляет себя в истории как целостность (хотя и лоскут-

ковая, мозаичная), образует сверхэтнос, суперэтнос. В то же время сам этнос может состоять из составляющих частей — подэтносов, субэтносов. Но если этнос может существовать вне суперэтноса, то отдельные части этноса — субэтносы — существуют только потому, что они входят в этнос. Нет этноса — нет субэтносов, они гибнут или рассыпаются.

Человек принадлежит одновременно биосфере (как часть живого вещества, как живой организм) и техносфере — как часть государственной, социальной, культурной и т. д. системы. Техносферу можно назвать социосферой или еще как-нибудь. Важен смысл. Где же проходит рубеж между биосферой и социосферой для человека? Он проходит внутри него. Этнос и является тем самостоятельным явлением природы, которое определяет взаимодействие социального и биологического. Этнос и государственность может как совпадать, так и не совпадать.

Этносы на Земле существовали всегда, во всяком случае после того, как появился неоантроп. Их путь от начала до конца состоит из зарождения, расширения, сокращения степени активности, затем наступает или распад этноса, или же его переход к равновесию с окружающей средой. Этнос — это система. Как и во всякой системе, которая открыта (все системы на Земле, вплоть до биосферы открыты), в системе "этнос" происходит обмен информацией и энтропией со средой. Но каждый раз это осуществляется своим особым, неповторимым образом (в оригинальном ритме).

Л. Н. Гумилев провел детальный анализ влияния характера ландшафта на этногенез и показал, что "монотонный ландшафтный ареал стабилизирует обитающие в нем этносы, а разнородный стимулирует те изменения, которые ведут к появлению новых этнических образований". Но самым неожиданным результатом, полученным Л. Н. Гумилевым, был следующий (дадим слово автору):

"Если бы этносы были "социальными категориями", то они возникали бы в сходных социальных условиях. А на самом деде пусковые моменты этногенезов, там, где можно их проследить на строгом фактическом материале, совпадают по времени и располагаются в регионах, вытянутых либо по меридианам, либо по параллелям, либо под углом к ним, но всегда как сплошная полоса. И вне зависимости от характера ландшафта и занятий населения — на такой полосе в определенную эпоху внезапно начинает происходить этническая перестройка — сложение новых этносов из субстратов, то есть этносов старых. Последние при этом ломаются и разваливаются, а новые развиваются весьма активно.

А рядом с такой полосой — покой, как будто ничего нигде не происходит. Естественно, самоуспокоенные этносы становятся жертвами своих беспокойных соседей. Остается непонятным другое:

откуда такая исключительность в положении зон начал этногенезов и почему каждый раз процесс начинается на новом месте? Как будто кто-то хлещет плетью шар земной, а к рубцу приливает кровь, и он воспаляется?" Далее Л. Н. Гумилев пишет: "Возникает впечатление, что линейные участки земной поверхности, по которым проходили интенсивные процессы возникновения этносов, не охватывают весь земной шар, а ограничены его кривизной, как будто полоска света упала на школьный глобус и осветила только ту его часть, которая обращена к источнику света. Эта аналогия — скорее иллюстрация".

Проводя анализ образования и развития этносов, Л. Н. Гумилев приходит к заключению, что время от времени происходят этнические толчки, взрывы. Благодаря этому в этносистему поступает энергия, которая ее преобразует.

Ранее мы описывали свойства популяции. Надо особо подчеркнуть, что этнос отличается от популяции. Этнос вырастает из группы людей, которые объединены общей судьбой. Этнос свойственен только человеку. Он проявляет себя через социальные формы. Конечно, популяционная генетика при этом важна, но она отражает только одну черту процесса этногенеза. Этносы, как виды, возникают и исчезают. Но это с ними происходит быстрее, чем с видами. Для образования этноса (он находится внутри вида) достаточно сравнительно малого мутационного давления. Это должно происходить при наличии относительно небольшой изоляции. Время жизни этносов меньше, чем видов, но зато они возникают чаще. Этносы являются биофизическими по своей сути, но они всегда облачены в ту или иную социальную оболочку. "Следовательно, спор о том, что является первичным при возникновении нового этноса: биологическое или социальное? — подобен спору о том, что первично в яйце: белок или скорлупа. Ясно, что одно невозможно без другого".

Анализ показывает, "что вспышки этногенеза связаны не с культурой и бытом народов, находящихся в развитии или застое, не с их расовым составом, не с уровнем экономики и техники, не с колебаниями климата, меняющими экологию этноса, а со специальными условиями пространства и времени. Сам по себе ландшафт не порождает новых этносов, потому что они никогда не возникают на том или ином, пусть очень удобном, месте целые тысячелетия. Регионы этногенеза все время меняются". В этнической истории действуют такие факторы: социально-политический, технический и географический. Первый — это порядок взаимоотношений в своем коллективе, второй — орудия труда, третий — использование окружающей среды. Кроме этих факторов всегда в этногенезе действует четвертый фактор. Он не просто действует, он

является главным двигателем этногенеза, определяет его динамику. Что он собой представляет? Это пассионарный толчок, взрыв, который возникает иногда на определенных участках земной поверхности. В результате порождается не один этнос, а суперэтнос, состоящий из группы этносов. Это единая система, состоящая из этносов как из подсистем.

Что собой представляет пассионарный толчок? Он связан с действием космоса, природных условий на отдельные особи этноса. Термин "пассионарность" происходит от лат. *Passio*. Это уклонение от видовой нормы, но не патологическое уклонение. Носителями пассионарности становятся отдельные особи.

Л. Н. Гумилев пишет:

"Формирование нового этноса всегда связано с наличием у некоторых индивидов необходимого внутреннего стремления к целенаправленной деятельности, всегда связанной с изменением окружения, общественного или природного, причем достижение намеченной цели, чисто иллюзорной или губительной для самого субъекта, представляется ему ценнее даже собственной жизни. Такое безусловно редко встречающееся явление есть отклонение от видовой нормы поведения, потому что описанный импульс находится в оппозиции к инстинкту самосохранения и, следовательно, имеет обратный знак. Он может быть связан как с повышенными способностями (талант), так и со средними, и это показывает его самостоятельность среди прочих импульсов поведения, описанных в психологии. Этот признак до сих пор никогда и негде не описывался и не анализировался. Однако именно он лежит в основе антиэгоистической этики, где интересы коллектива, пусть даже неверно понятые, превалируют над жаждой жизни и заботой о собственном потомстве. Особи, обладающие этим признаком, при благоприятных для себя условиях совершают (и не могут не совершать) поступки, которые, суммируясь, ломают инерции традиции и инициируют новые этносы". Значит, пассионарность — это страсть, но не любая. Из понятия *Passio* (страсть) надо исключить животные инстинкты и душевные болезни. Самыми выдающимися пассионариями были: Наполеон, Александр Македонский, Люций Корнелий Сулла (и его офицеры — Помпеи, Лукулл, Красс и др.), Ян Гус, Жанна д'Арк, протопоп Аввакум и др.

О. Тьерри писал: "Народные массы, когда они приходят в движение, не отдают себе отчета в той силе, которая их толкает. Они идут, движимые инстинктом, и продвигаются к цели, не пытаясь ее точно определить. Если судить поверхностно, то можно подумать, что они слепо следуют частным интересам какого-нибудь вождя, имя которого только и остается в истории. Но эти имена

получают известность только потому, что они служат центром притяжения для большого коллектива людей, которые, произнося их, знают, что это должно обозначать, и в данный момент не испытывают потребности выражаться более точно". Значит, все указанные выше личности — это участники разных этногенезов в разных фазах и регионах.

Пассионарность — это тот мост, который позволяет природе "воздействовать на поведение этнических сообществ. Этнос не является "социальным состоянием", как принято считать. Мы уже говорили о полчищах саранчи, которая в определенные периоды (моменты) устремляется навстречу смерти. Что ее толкает на это? Что ею управляет? Не то же ли самое, что и людей? Собственно, почему бы и нет? "Ведь люди — тоже часть биосферы. Следовательно, энергия живого вещества пронизывает тела наши, наших предков и будет пронизывать тела наших потомков, стимулируя разнообразные этногенезы".

Таким образом, этногенез является дискретным, этнос возникает вдруг, резко. Возникает внезапно группа пассионарных этносов, которые затем распространяются за пределы данного региона и затем постепенно или распыляются, или же превращаются в реликт. "В биосфере явления такого порядка именуются сукцессиями. Сукцессии весьма разнообразны и по продолжительности, и их характеру, и по последствиям, но все они имеют обозначенную черту сходства — информационность, которая у человека проявляется как растрата пассионарного импульса. Это роднит человечество с прочими явлениями биосферы, тогда как социальные и культурные структуры, свойственные только человеку, имеют иной характер движения. Феномен этноса находится на грани двух форм движения".

Так что же такое пассионарность, более конкретно? Легче ее описать с помощью некоторого поля, пассионарного поля (наподобие электромагнитного поля). Благодаря этому полю обладатели его способны зарядить других людей. Поэтому можно сказать, что пассионарность заразительна. Об этом Л. Н. Гумилев пишет так:

"Это значит, что люди гармоничные (а в еще большей степени — импульсивные), оказавшись в непосредственной близости от пассионариев, начинают вести себя так, как если бы они были пассионарны. Но как только достаточное расстояние отделяет их от пассионариев, они обретают свой природный психоэтнический поведенческий облик. Это обстоятельство без специального осмысления известно довольно широко и учитывается главным образом в военном деле. Там либо выбирают пассионариев, узнавая их интуитивно, и формируют из них отборные, ударные части, либо сознательно распыляют их в массе мобилизованных, чтобы под-

нять "воинский дух". Во втором случае считается, что два-три пассионария могут повысить боеспособность целой роты. И это действительно так".

"...По существу вся военная и политическая история развивающихся этносов состоит из тех или иных вариантов пассионарной индукции, путем которой приводятся в движение толпы гармоничных особей".

Значит, любой процесс этногенеза имеет своим началом героические, жертвенные поступки отдельных людей или небольших групп людей. Затем к ним присоединяются окружающие их массы. Они в результате индукции и резонанса заряжаются пассионарностью. Первичные пассионарии выступают как "затравка", как центры конденсации в облаках, благодаря которым образуются капли дождя. Без них ничего не будет. Они и есть генераторы пассионарной индукции. После этого первого, импульсивного периода наступает период, в течение которого происходит потеря системой (этносов) пассионарности. Система продолжает "действовать" по инерции, пока не потеряет всю пассионарность.

Надо иметь в виду, что все происходит на уровне коллективного подсознания. Продолжительность действия инерции пассионарного толчка исчисляется веками. Следовательно, пассионарность — это биологический признак, а первоначальный толчок, нарушающий инерцию покоя, — это появление поколения, включающего некоторое количество пассионарных особей. Они самим фактом своего существования нарушают привычную обстановку, потому что не могут жить повседневными заботами, без увлекающей их цели. Необходимость сопротивляться окружению заставляет их объединиться и действовать согласно; так возникает первичная консорция, быстро обретающая те или иные социальные формы, подсказанные уровнем общественного развития данной эпохи. Порождаемая пассионарным напряжением активность при благоприятном стечении обстоятельств ставит эту консорцию в наиболее выгодное положение, тогда как разрозненных пассионариев не только в древности "либо изгоняли из племен, либо просто убивали". Это отметил А. С. Пушкин, написав: "...посредственность одна нам по плечу и не странна".

Далее Л. Н. Гумилев пишет потрясающие вещи:

"Правильно. Пассионарии обречены. Но если бы они всегда погибали, не успев ничего сделать, то мы до сих пор приносили бы в жертву младенцев, убивали стариков, пожирали тела убитых врагов, колдовством пытались извести друзей и родных. Не было бы ни пирамид, ни пантеона, ни «открытия» Америки, формулировки закона тяготения и полетов в космос. Однако все это есть и

начало накапливаться еще в палеолите. И жили бы сегодня на Земле не современные французы, англичане, русские и т. п., а шумеры, пикты и другие, которые давно забыты".

Таким образом, если подытожить все сказанное, то фазы развития пассионарности, а в сущности развития этноса, выглядят так. "Пусковой момент этногенеза — это внезапное появление в популяции некоторого числа пассионариев и субпассионариев; фаза подъема — быстрое увеличение числа пассионарных особей в результате либо размножения, либо инкорпорации; акматическая фаза — максимум числа пассионариев; фаза надлома — это резкое уменьшение их числа и вытеснение их субпассионариями; инерционная фаза — медленное уменьшение числа пассионарных особей; фаза обскурации — почти полная замена пассионариев субпассионариями, которые в силу особенностей своего склада либо губят этнос целиком, либо не успевают погубить его до вторжения иноплеменников извне. Во втором случае остается реликт, состоящий из гармоничных особей и входящий в биоценоз населяемого ими региона как верхнее завершающее звено".

Рассмотрим подробнее, что собой представляет пассионарное поле, этническое поле. Это не поле одного индивидуума, а поле, характерное для коллектива, группы людей. Оно концентрируется на отдельных носителях, зарядах. Другие индивидуумы подвергаются действию этого поля по принципу индукции поведения, которая хорошо известна в физике. Существуют поля, которые регулируют и координируют процесс единства групп и их целостности, единства их строения и поведения в эволюционном процессе.

Первоисточником этого поля считаются биохимические процессы. Они воздействуют на людей, которые являются частью биосферы. Они влияют на подсознание людей, на сферу их эмоций. Эмоции в не меньшей мере, чем сознание, обусловливают поступки людей. Эти поступки суммируются в ландшафтные и этногенные процессы. Так возникает пассионарное поколение. Впоследствии в течение продолжительного времени инерция пассионарности теряется, встречая сопротивление среды.

Этническое поле описано Л. Н. Гумилевым следующим образом: "...поле организма — это продолжение организма за видимые его пределы, а, следовательно, тело — та часть поля, где частота силовых линий такова, что они воспринимаются нашими органами чувств. Ныне установлено, что поля находятся в постоянном колебательном движении, с той или иной частотой колебаний. Эти колебания, то есть вибрационные раздражители, имеют ту особенность, что беспрепятственно передаются из одной среды в другую и имеют общий характер распространения в твердой, жидкой и газообразной средах. Вибрации воздушной среды в полосе от 16 до

20000 Гц воспринимаются человеком как звуковые раздражители. Для восприятия собственно вибрации в организме нет специального рецепторного органа. К кругу вибраций, влияющих на человека, относятся колебания активности органов, суточные, месячные, годовые и многолетние, обусловленные влиянием Солнца, Луны, изменениями геомагнитного поля и другими воздействиями внешней среды. Одного этого наблюдения достаточно для интерпретации всего собранного этнологического материала. Только за эталон исследования нужно будет принять этническую систему, то есть перейти с организменного уровня на популяционный".

Если система (этнос) настроилась на одну определенную частоту, то ее развитие прекращается. Но ритмы нарушаются толчками, которые происходят время от времени. Такими являются пассионарные толчки. После такого толчка система — этнос стремится к установлению равновесия, причем процесс его установления может длиться века.

Возможно, что именно наличием этнического поля объясняется явление ностальгии. Отдельный человек, вырванный из этого поля, не может нормально жить без него. Возвращение в него снимает все проблемы.

Мы привыкли говорить: природа и человек, человек и космос и т. д., тем самым выделяя себя из природы и окружающего нас мира. Собственно, и это выражение — окружающий нас мир — принципиально неверно. Нет никакой границы между нами и окружающим нас миром. Граница, создаваемая нашим телом, — это только обманчивая видимость. А все наши рассуждения, в которых мы выделяем себя из остального мира, не что иное, как средневековое представление.

В начале книги мы уже приводили высказывания В. И. Вернадского о биосфере, о живом веществе. Рассматриваемое явление пассионарности может быть понято только с этих общих позиций. Биосфера является единым целым, которое существует благодаря поступлению энергии. Это энергия Солнца, космическая энергия рассеянных элементов, источником которой является наша Галактика, а также атомная энергия радиоактивного распада внутри Земли. Жизнь существует на Земле благодаря этой энергии. Но жизнь, "живое вещество" — это не только индивидуальные живые организмы. "Живое вещество связано с окружающей средой биогенным током атомов: своим дыханием, питанием и размножением" (В. И. Вернадский). Мы уже говорили, что биосфера — это не только "живое вещество", это и то, что создало его, что без нее не может существовать, без чего не может существовать и сама биосфера. Это почвы, осадочные и метаморфические породы и свободный кислород воздуха. "Мы ходим по трупам наших предков; мы дышим

жизнью тех, кто давным-давно умер, и мы сами войдем в эту стихию, чтобы нами дышали наши потомки" (Л. Н. Гумилев). "Все живое представляет непрерывно изменяющуюся совокупность организмов, между собою связанных и подверженных эволюционному процессу в течение геологического времени. Это динамическое равновесие, стремящееся с ходом времени перейти в статическое равновесие... Чем более длительно существование, если нет никаких равноценных явлений, действующих в противоположную сторону, тем ближе к нулю будет свободная энергия".

В неживой природе, в косном веществе энтропия (беспорядок) все время увеличивается, если нет противодействующих этому процессов. В живом веществе, как мы уже видели, имеются механизмы борьбы с энтропией. В нем энтропия начинает расти только после его смерти. Поэтому говорят, что живое вещество обладает антиэнтропийными свойствами. Но живое и косное вещества связаны между собой "биогенной миграцией атомов", или "биохимической энергией живого вещества биосферы".

Эта энергия, как мы уже говорили, циркулирует в геобиоценозах (экосистемах). Причем человек входит в них целиком, как составная их часть. Эта циркуляция энергий между растениями, животными (включая человека) совершает обращение, конверсию. Поэтому специалисты говорят о конверсии биоценоза.

В каждом звене этой энергетической цепочки количество энергии небезгранично. Ограничено количество энергии и в человеческом звене, которое завершает биоценоз. Поэтому этническое сообщество не может тратить столько энергии, сколько ему хочется. Оно может тратить только то количество энергии, которое имеется у него в наличии. Но это наличное количество энергии, которую получает живое вещество Земли, больше, нежели требуется для поддержания жизни, поддержания равновесия в биосфере. Все живое вещество в биосфере (в том числе и человек) является источником свободной энергии, оно может производить (и производит) работу. Свободная энергия — это "энергия живого вещества, которая проявляется в сторону, обратную энтропии".

Избыток свободной энергии в биосфере и является той причиной, которая заставляет саранчу устремляться тучами навстречу своей смерти, а людям, составляющим этносы, вести кровопролитные войны, совершать революции, устраивать геноцид и т. д. Если бы энергии поступало в биосферу только-только, то ничего этого не происходило бы. Поступление энергии из космоса меняется во времени, в частности, в связи с изменением солнечной активности. Поэтому и процессы в биосфере (включая людей) изменяются в зависимости от солнечной активности. Избыток энергии в определенные периоды (при высокой солнечной активности) вызывает

в человеческих сообществах сверхнапряжение, пассионарное сверхнапряжение. Таким образом, пассионарность следует понимать как врожденную способность организма впитывать (абсорбировать) энергию внешней среды и затем благодаря этой энергии совершать работу. Причем не просто работу, а совершать действия вопреки спасению своей личности, своего вида. Другими словами, эти приемники энергии настолько ею перегружены, что готовы идти на смерть за идею (и делают это). Эти импульсы энергии ломают в них инстинкт самосохранения (что противоестественно) и инстинкт сохранения вида, сообщества. Если энергии достаточно, то результатом работы, совершенной ее носителями, станет изменение отношений внутри человеческих сообществ и изменение окружающей среды. Значит, основа пассионарности (которая проявляется в войнах, революциях, реформах и т. д.) имеет энергетическую природу. Но этот избыток энергии должен пройти через преобразователь, через трансформатор энергии, которым является человек, его особь. Психика особи преобразует, трансформирует импульсы этой энергии так, что вызывает повышенную активность носителей пассионарности. Результатом этого являются разрушенные ландшафты, породы, культуры.

Таким образом, пассионарий — это индивидуум, который выполняет роль ретранслятора. Он собирает в фокус энергию, поступающую из космоса, и направляет ее главным образом на разрушение. Но не только. Эта энергия может направляться и на творчество, преобразования. Хотя у животных, в принципе, происходит то же самое (что и естественно), тем не менее специалисты считают, что у человека эта фокусировка более сильная, он может сфокусировать больше энергии, чем животное. Мы уже говорили, что это не любой человек, это мутант, который нарушает основные законы самосохранения себя и вида. Такого мутанта бесполезно призывать к благоразумию. Он идет на крест, в огонь, на виселицу, под расстрел. Поступать иначе он просто не может, так как его высшая нервная деятельность более активна, чем это характерно для нормальной, свойственной виду как таковому.

Значит, направленность поступков человека определяется социальными условиями, а энергетическое их напряжение зависит от организма, от его состояния, его конструкции, его генетически обусловленных признаков. Из биологии мы знаем, что новые признаки индивида могут возникнуть вследствие смешения. В данном случае речь идет о другом. Эти новые признаки будущего пассионария возникают в результате действия какого-то другого, еще не очень понятного механизма. Тем не менее следует иметь в виду, что "взрыву пассионарности (или пассионарному толчку) сопутствует мутагенный сдвиг, порождающий разнообразные отклонения от

нормы. Однако большая часть физических и психических уродов гибнет без последствий, пассионарность же, являясь также продуктом мутации, в этом смысле исключение".

Анализируя возможные причины возникновения пассионарности, то есть образования этносов и суперэтносов, Л. Н. Гумилев пишет:

"Очевидно, мы встречаем особое явление, требующее специального описания. Напомним, что новый суперэтнос (или этнос) возникает из обязательного смешения нескольких этнических субстратов. Но не напоминает ли это простой электрической батареи, где для получения тока должны присутствовать цинк, медь и кислота? Это, конечно, метафора, но ведь она иллюстрирует энергетический процесс, постепенно затухающий вследствие сопротивления среды. Но если так, то импульс тоже должен быть энергетическим, а поскольку он, по-видимому, не связан с наземными природными и социальными условиями, то происхождение его может быть только внепланетарным.

Когда рассматриваешь ареалы пассионарных взрывов, то создается впечатление, будто земной шар исполосован неким лучом, причем — с одной лишь стороны, а распространение пассионарного толчка ограничивалось кривизной планеты. На месте "удара" появляются разнообразные мутанты, большая часть которых не жизнеспособна и исчезает в первом же поколении. Пассионарии также находятся вне нормы, но особенности пассионарности таковы, что, прежде чем ее устранит естественный отбор, она оставляет след в этнической истории и в истории искусства и литературы, поскольку то и другое — продукт жизнедеятельности этноса".

Остается нерешенным вопрос о том, как космическая энергия передается отдельным пассионариям или их группам, почему это происходит в определенных местах на Земле, почему эти места не повторяются? Много разных "почему?". Мы уже рассматривали ранее вопрос о том, как космос, его энергия могли бы оказывать влияние на живые организмы. Рассматривались животные. Но "человек не только животное, но в том числе и животное" — по словам Л. Н. Гумилева. Значит, все рассмотренное там относится и к человеку. К сожалению, все рассматриваемые учеными варианты — это только возможности, возможности, которые, по мнению ученых, могли бы реализоваться. Рассмотрим те возможности, которые анализирует Л. Н. Гумилев.

Прямое волновое излучение Солнца из рассмотрения должно быть исключено, поскольку трудно объяснить его действием появление полос пассионарного напряжения, которые направлены или по меридианам, или по параллелям, или под углом к ним. Если бы передача энергии пассионариям происходила с помощью волново-

го излучения Солнца (видимый свет, рентгеновские лучи, инфракрасные и ультрафиолетовые лучи, гамма-излучение), то эффект от этого был бы виден на всей части Земли, которая освещена Солнцем. Кстати, на восприятие энергии будущими пассионариями не играет никакой роли уровень социального развития этносов, которые подвергаются мутагенному воздействию.

Логично обратить внимание на космическое излучение. Заряженные частицы, составляющие потоки космических лучей, могут направляться силовыми линиями магнитного поля Земли и принимать вид геодезических линий, которые не зависят от наземного ландшафта. Предполагается, что под действием этого излучения, достаточно интенсивного, хотя и кратковременного, происходит микромутация, которая изменяет еще в утробе психические свойства определенного (небольшого) числа людей, которые находятся на данной территории, то есть в ареале, который облучается этим излучением. В результате облучения часть облученных рождаются неполноценными и со временем погибают. Часть же становится субпассионариями, а часть — пассионариями. Эти последние представляют собой первое пассионарное поколение. Оно затем распространяет свой генофонд по популяции. В результате образуются оригинальные биосоциальные коллективы, то есть новые этносы. Затухание пассионарности идет в продолжение 40—50 поколений. Исход может быть разным. Распад этноса может происходить вследствие аннигиляции внутри системы (этноса). Он может произойти в результате географического рассеяния этноса. Этнос может быть вытеснен за границы данного ареала, который он занимал. Что можно сказать об этом механизме? Только то, что поиск агента икс, который воздействует на биосферу и связан с Солнцем, продолжается.

Ясно одно: “Нет ни одного этноса, который бы не испытал подъема пассионарности”.

ЧАСТЬ СЕДЬМАЯ

ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

РИМСКИЙ КЛУБ: МИР В ОПАСНОСТИ

Проблему опасности настоящего мира наши отечественные академики (и не только они) неизменно начинают описывать с предостережения английского физика Джона Бернала, который еще полвека назад утверждал, что научно-технический прогресс подходит к концу и наступает переворот в науке и технике, который будет иметь далеко идущие социальные последствия.

Нам же хотелось бы напомнить нашим отечественным мудрецам, которые смотрят исключительно только на Запад, что полвека до этого русский космист, автор идеи "Общего дела" Н. Ф. Федоров об этом уже писал, причем более глубоко понимая причины этой загадки, в которую попало человечество:

"...цивилизация эксплуатирующая, а не восстанавливающая, не может иметь иного результата, кроме ускорения конца".

Эти слова Федорова мы взяли эпиграфом к книге "Озонные дыры и гибель человечества?"

На Западе события развивались в следующей хронологии. Отец кибернетики Ноберт Винер поддержал Бернала. Он предвидел, что информатика, кибернетика изменит наш мир неузнаваемо, и не в лучшую сторону.

Но предупреждения не только Федорова, но и Бернала и Винера никто замечать не хотел. Американское общество потребления находилось на вершине блаженства, кидая другим развивающимся и недоразвитым, по их понятиям, странам крохи со своего пирога. Американское общество (реальные, а не декларированные принципы его организации) всегда базировалось на том, что внесли в его основание международные авантюристы и исключительно насильники. Это были принципы силы, насилия, принуждения. Поэтому они и сейчас смотрят на весь мир как на сферу своих

интересов, разрушая его морально, подчиняя экономически и военно. Поразительно только то, что Россия со своей глубочайшей духовностью и культурой, своим человеколюбием и состраданием, как кролик, смотрит на удава и готова делать все, чего хочет удав.

Соединенные Штаты в шестидесятые годы торжествовали. Еще бы. Они были по доходам на душу своего населения на первом месте в мире. Если исходить из валового национального продукта на душу населения, то в 1965 году в США он составлял более трех с половиной тысяч долларов. В странах Азии, Африки, Латинской Америки эта сумма составляла всего примерно сотню долларов. Даже в Великобритании, ФРГ и Франции эта сумма была равна только двум тысячам долларов. Американцы торжествовали и смотрели свысока на всех остальных. Их будущее рисовалось им просто фантастичным. К 2020 году они собирались эту цифру увеличить до 10 тысяч долларов. Простой расчет показывал, что догнать их никто и никогда не сможет.

Но не только общество, но и его руководители не понимают всей сложности и взаимосвязанности мира, в котором оно живет. Человек думает, что природу он уже победил, с Землей он может делать все, что захочет, и все ему разрешено. Но на самом деле это оказалось не так. Нельзя отменить действующие законы Природы, нельзя ее победить, нельзя поднять себя за волосы. И это стали понимать отдельные личности. И не в силу своей гениальности, а потому, что постиндустриальное общество уже дало первую трещину. Многим стало ясно, что "планета в опасности". На этот раз имелась в виду экологическая опасность.

В 1970 г. появилась книга Тоффлера "Футурошок", которая приведенными в ней данными действительно вызвала шок. Анализ реальной ситуации и законов развития показывал, что мир ждет полная экономическая катастрофа, и США не может остаться в стороне от этой катастрофы. Более того, постиндустриальные Соединенные Штаты могут пострадать больше всех других стран. Один из специалистов позднее писал об этом так: "В обозримом будущем ближайших десятилетий США ждет конец еще более трагичный, чем уготованный на рубеже 80—90-х гг. Советскому Союзу".

Многим и сейчас это может показаться неправдоподобным — слишком сильны Штаты материально. Но и Союз был сильным, а его нет. Дело в том, что показателем развития общества не могут служить только материальные параметры. Есть нечто более важное и более эффективное, что управляет развитием общества. Поэтому делать прогнозы только по материальным признакам — дело безнадежное. На самом деле развитием общества управляет нечто духовное, о чем говорил Гумилев. На определенных этапах истории человечества, казалось бы, в безнадежной ситуации вдруг этот духов-

ный вихрь начинает сплачивать нацию. Оно сплачивается, удесятеряет свои силы и делает чудеса. Мы уверены, что находимся на пороге этого момента, когда этот духовный вихрь закрутит Россию, поднимет ее с четверенек и она станет во весь свой рост. Кстати, что касается США, то ученый Э. Шумахер совершенно справедливо замечает, что индустриальная система, которая использует 40% основных ресурсов мира, чтобы обеспечить 6% населения, может быть названа эффективной, только если она добилась ошеломляющих результатов в обеспечении счастья, благополучия, культуры, мира и гармонии. Но американская система не смогла этого достичь.

Элвин Тоффлер в книге "Футурошок" показал на цифрах и фактах, что современный путь развития всего человечества — тупиковый. Собственно, в одном из документов "Юнеско" положение лишних людей в обществе описано так:

«Африканский крестьянин, устремившийся в город в поисках работы, оставшись без защиты охранявшей его прежде родовой общины; восставший против "системы" студент; мелкий провинциальный торговец, безжалостно зажатый между сборщиком налогов и открывшимся рядом с его лавчонкой новым современным супермаркетом; техник преклонных лет, вынужденный либо менять специальность, либо вовсе покинуть работу; революционер, стремящийся ниспровергнуть общество, кажущееся ему нестерпимым; почтенный горожанин, вдруг обнаруживший неприемлемость той системы ценностей, которая представлялась ему единственно возможной с самого момента рождения, — все эти люди, вынуждаемые к переменам, пытающиеся им противиться или беспомощно бьющиеся в их сетях, есть не что иное, как жертвы стресса изменений».

Ни один из этих людей не нашел способа адаптироваться к новым условиям. Что касается глобальных проблем, то их палитра выглядит так. Бесконтрольное распределение человека на планете; неравенство и неоднородность общества; социальная несправедливость, голод и недоедание; широкое распространение бедности; безработица; мания роста; инфляция; энергетический кризис; уже существующий или потенциальный недостаток природных ресурсов; распад международной торговой и финансовой системы; протекционизм; неграмотность и устаревшая система образования; бунты среди молодежи; отчуждение; упадок городов; преступность и наркомания; взрыв насилия и ужесточение полицейской власти; пытки и террор; пренебрежение законом и порядком; ядерное безумие; политическая коррупция; бюрократизм; деградация окружающей среды; упадок моральных ценностей; утрата веры; ощущение нестабильности и, наконец, неосознанность всех этих трудностей и их взаимосвязей.

В 1968 г. Аурелио Печчен создал международный коллектив ученых-исследователей глобальных проблем, которые стоят перед человечеством. Каждое крупное исследование было представлено как специальный доклад Римскому клубу. Его результаты издавались отдельной книгой. Первый доклад представил Форрестер, и он опубликован в книге "Мировая динамика".

Было показано, что человечеству необходимо развязать туго затянутый узел взаимообусловленных проблем. Основные из них следующие:

экономические

— продолжение экономического роста в новых условиях или отказ от него,

— поиск источников возобновляемой энергии,

— разработка мягких технологий,

— оптимальные соотношения между концентрированным и децентрализованным производством

международные

— сохранение мира,

— отказ от ядерного оружия,

— преодоление разрыва между богатым Севером и бедным Югом

социальные

— достижение нового социального баланса, связанного с изменениями в социальном составе населения,

— обеспечение равноправия женщин,

— выработка нового отношения к труду,

— ликвидация безработицы

моральные

— раскрепощение личности,

— самореализация,

— социальная ответственность

политические

— воплощение демократических принципов,

— демократия участия

культурные

— демасефикация культуры,

— формирование контркультуры.

С начала 70-х гг. человечество вступило в критическую полосу своей истории. Основные проблемы:

1) опасность мировой войны,

2) "экологическая бомба" — разрушение озонного слоя и изменение климата,

3) деградация окружающей среды,

4) неконтролируемое распространение городов,

5) проблемы народонаселения,

6) неравномерность экономического и социального развития,

7) контрасты между бедностью развивающихся стран и богатством развитых.

Как создалось настоящее кризисное положение? К нему привела промышленная революция, в которой до сих пор усматривают основной признак прогресса человечества. Но так ли это? Капитализм ученый характеризует так: "Это весь культурный аппарат с особыми представлениями о природе человека, должном распределении политической власти и желаемой социальной структуре. Его ценности пронизывают все общество и проявляются в социальных подходах к отдыху, воспитанию детей, образованию и сексу. Не экономические слагаемые модернизаций; урбанизм как образ жизни, демографический взрыв, ликвидация неграмотности, которая веками была константой социальной жизни, приход общества на смену "общине", повышение социальной мобильности, процесс политической демократизации, образование системы политических партий, секуляризация, рационализация, бюрократизация".

Основные идеи эпохи промышленной революции продолжают господствовать в умах людей и в XX в. Это — идея эволюции, которая прилагается ко всему без исключения, идея соподчинения экономического базиса и политической надстройки; представление об истории человеческого общества как об истории классовой борьбы; идея релятивизма, отрицающая все абсолютно нормы и стандарты, затронувшая даже математику; позитивистский подход; фрейдистская интерпретация поведения, основанная на подсознательном.

Путь, пройденный капитализмом от начала индустриализации до 1970-х гг., — это путь к "городскому, демократическому, индустриальному, бюрократическому, рационализированному, масштабному, формализованному, светскому и технологическому" обществу. Это слова Р. Нисбета. Век XIX был веком индустриализации, веком национализма, веком европейской культуры. Ключевой показатель индустриальной эпохи — рост (как правило, экспоненциальной) основных экономических показателей. С этим феноменом связаны главные компоненты индустриальной системы: радикальные и постоянные изменения в технологии, замена ручного труда машинным, мускульной силы — энергией, образование рынка рабочей силы, концентрация рабочих, появление особого вида экономической деятельности — капиталистического предпринимательства.

Гегель о XIX в. выразился так: "В это время мир был поставлен на голову, сначала в том смысле, что человеческая голова и те положения, которые она открыла посредством своего мышления,

выступили с требованием, чтобы их признали основой всех человеческих действий и общественных отношений, а затем и в более широком смысле, чтобы действительность, противоречащая этим положениям, была фактически перевернута сверху донизу. Все прежние формы общества и государства, все традиционные представления были признаны неразумными и отброшены, как старый хлам...” На одном из заседаний Римского клуба (в Токио) обсуждался доклад “Глобальное видение человеческих проблем”. В нем говорилось следующее:

“Все существующие на сегодняшний день серьезные исследования предсказывают, что если нынешний ход развития человечества не будет радикально изменен, то глобальный крах во всех человеческих делах неминуем. Есть основания полагать, что проистекающие все из тех же самых причин кризисы в социально-экономической и политической областях произойдут даже раньше, чем мы достигнем физических пределов роста. И энергетический кризис — лишь первый из целой серии вполне предсказуемых событий. И если оставить в стороне случайные и, следовательно, приходящие их элементы, то главная причина этих кризисов не вызывает ни малейших сомнений. Мир никогда уже не будет прежним. И отныне непростительно делать вид, что не замечаешь надвигающейся беды, не понимаешь, сколь глубоко ошибочен тот путь, по которому — в силу ли инерции или по узости мышления — упорно продолжает двигаться человечество!” Суть проблемы сформулировал член Римского клуба Эрих Янч в докладе “Попытка создания принципов мирового планирования с позиций общей теории систем”. В докладе, в частности, сказано:

“В настоящее время мы начинаем осознавать человеческое общество и окружающую его среду как единую систему, неконтролируемый рост которой служит причиной ее нестабильности. Достигнутый ныне абсолютный уровень этого неконтролируемого роста определяет высокую инерционность динамической системы, снижая тем самым ее гибкость и способность изменяться и приспосабливаться. Стало совершенно очевидно, что в этой системе нет никаких внутренних кибернетических механизмов и не осуществляется никакого “автоматического” саморегулирования макропроцессов. Этим кибернетическим элементом эволюции нашей планеты является сам человек, способный активно воздействовать на формирование своего собственного будущего. Однако он может на деле выполнить эту задачу только при условии контроля над всей сложной системной динамикой человеческого общества в контексте окружающей его среды обитания... и это может возвестить вступление человечества в новую фазу психологической эволюции”. В 1976 г. заседание Римского

клуба прошло в Алжире. Обсуждался доклад "Новый международный порядок". Был сделан вывод, что в данный момент под обстрелом оказались... только богатые страны Запада и Япония. Однако в конечном счете это будет распространено на все промышленные страны, поскольку они монополизировали право пользоваться достижениями научно-технической революции. Это всемирная социально-политическая революция бедных. Она будет набирать силу, движимая не столько теми или иными положениями идеологического порядка, сколько гневом, возмущением и протестом против несправедливости. Миллиарды людей будут настойчиво требовать перераспределения власти, богатств и доходов. Невозможно предсказать, какие именно формы примет в дальнейшем это движение и какова будет реакция на него более благоустроенных стран. Однако можно утверждать, что эти революционные процессы невозможно остановить и самые бурные события еще ждут нас впереди.

Целью проводимого заседания Римского клуба был поиск путей "обеспечения достойной жизни и умеренного благосостояния для всех граждан мира". В настоящее время мы от этой цели очень далеки. Так, в 1970 г. средний реальный доход на одного представителя наиболее богатой десятой части мирового населения в 13 раз превышал соответствующий показатель для беднейшей десятой части жителей планеты. Это средние показатели по миру. Разрыв между наиболее высоким доходом богатых стран и самым низким для беднейших будет еще во много раз выше. Предлагается сбалансировать рост в разных странах. В развивающихся странах среднегодовой рост должен достигнуть 5% в год (это много!!), в развитых странах его прирост должен либо оставаться на нынешнем уровне, либо дольше уменьшаться. Проект предусматривает период в 40 лет. За это время разрыв в доходах между бедными и богатыми должен быть сокращен с 13: 1 до 3: 1. Последнее представляет "предельно допустимое" соотношение, существующее ныне между богатыми и бедными районами Европейского сообщества. Более реально — 6: 1.

Осуществление этого возможно лишь при условии кардинального изменения всей структуры власти в мире во всех областях: технической, экономической, политической и военной. Должны быть проведены реформы и обновление всей практики международных отношений и деятельности соответствующих учреждений, рыночной системы и т. д.

Были выработаны новые подходы к решению широкого круга проблем. Это следующие вопросы: стратегия достижения необходимых изменений; валютная система; перераспределение доходов; финансирование развития; индустриализация, торговля и между-

народное разделение труда; производство и распределение продовольствия; энергия и сырье; управление использованием океана; транснациональные предприятия; научные исследования и техника и сокращение вооружений.

Всем странам приходится жить в условиях глобальной взаимозависимости. Потребуется перестроить все политическое мышление. Управление взаимозависимости вместе с управлением изменениями и управлением сложностью на глобальном уровне составляют ту триаду, без которой нам не обойтись, если мы хотим выжить и улучшить качество своей жизни в век империи человека. Французский социолог Г. Азнариксал пишет: "Общество процветания раскалывается на занятых и безработных; возникает новая разновидность социального апартеида. Появилась проблема перераспределения труда, точнее, не труда как такового, а времени. Перевернута та страница истории, когда все взрослое население должно было проводить основную часть своей жизни на фабриках, рудниках, полях и в конторах. Сегодня всем можно работать меньше и жить лучше, если мы сумеем воспользоваться сложившейся ситуацией во благо большинства".

Богатые страны (США, Канада и др.) должны были бы взять на себя ответственность за обеспечение мира продовольствием и корректировать в обозримом будущем производственную и торговую политику, чтобы в первую очередь гарантировать соблюдение интересов мира в целом, даже в ущерб своим собственным национальным интересам.

Еще в 1972 г. в докладе "Пределы роста" Римский клуб пришел к заключению, что истинные пределы росту определяются причинами не столь физического, сколь экологического, биологического и даже культурного характера. Авторы доклада сделали вывод, что нашему дальнейшему стабильному росту препятствует сама социально-политическая архитектура и философские основы существующего в нашем мире конгломерата обществ.

Для того, чтобы действительно могли "цвести сто цветов человечества", необходимо, прежде всего, более равноправное общество на всех без исключения уровнях человеческой организации. Господствующие ныне законы и правила управления общества весьма близкие к законам джунглей.

Создание поистине равноправного общества служит основной политической предпосылкой для решения всех остальных человеческих проблем, как в рамках отдельных стран, так и на глобальном уровне. Без справедливости нет и не может быть никакого стабильного мира или безопасности, никакого социального развития, никакой свободы личности, человеческого достоинства или приемлемого качества жизни для всех.

Некий гарантированный минимальный уровень жизни должен стать неотъемлемым правом любого родившегося на свет гражданина.

Отныне и впредь идея и условия достижения справедливости должны превратиться в одну из основ дальнейшего развития человеческого общества.

Обеспечение минимума образования и полезной работы для всех без исключения граждан планеты является направленным условием дальнейшего развития человечества и всех связанных с этим процессов. Хочется напомнить слова Тоффлера, которые было бы полезно знать тем, кто определяет путь развития России на будущее. Он сказал: "С этой точки зрения принципиальным является вопрос: имеет ли смысл копировать индустриальную модель в тот момент, когда промышленная цивилизация сама лежит в агонии?" Можно сказать, что специалисты понимают трагизм происходящего в мире. Но сам мир, общественность, правители и обыватели не хотят об этом и слышать. Любопытно в этом плане, что в 60-х гг. 22 000 ученых-естественников обратились ко всем гражданам Мира с таким воззванием:

"Как бы ни были мы разобщены географически, сколь бы ни были велики различия между нами в культуре, языке, традициях и привычках, политических и религиозных взглядах — в наше время мы все объединены, ибо всем нам угрожает одна и та же небывалая общая опасность. Она не сравнима по своей природе и масштабам ни с какой другой опасностью, которая когда-либо угрожала человечеству, и родилась она как результат совместного воздействия сразу нескольких необычных явлений. Даже каждое из них по отдельности сопряжено для нас с почти неразрешимыми проблемами; вместе же они не только резко увеличивают вероятность, что в самом недалеком будущем человечество ожидает тяжкие испытания, но, более того, они представляют вполне реальную угрозу для жизни человека на Земле. Мы, ученые, представляющие биологию и другие науки, не собираемся обсуждать здесь возможные конкретные пути решения тех или иных частных проблем, ибо мы абсолютно уверены, что все эти реально существующие проблемы взаимозависимы друг от друга, глобальны по своим масштабам и могут быть действительно решимы только при том условии, что мы откажемся наконец от своих узких, эгоистических интересов во имя общих целей".

Призыв ученых остался без какого-либо отклика. Об этом свойстве людей хорошо сказал основатель Римского клуба Печчен: "Впервые с тех пор, как христианский мир шагнул в свое второе тысячелетие, над миром действительно нависла реальная угроза неминуемого пришествия чего-то неотвратимого, неизве-

стного и способного полностью изменить общую судьбу огромных масс людей. Люди чувствуют, что наступает конец какой-то эпохи в их истории. Но никто, кажется, еще сегодня не задумывается над необходимостью радикально изменить не только свой собственный образ жизни, но и жизнь своей семьи, своей страны. И именно в том-то, в сущности, и кроется причина многих наших бед, что мы еще не смогли приспособить к этой насущной необходимости свое мышление, мироощущение и свое поведение".

А ученый Горц оценил современное положение так: "Новые времена подошли к своему концу: в течение двух столетий Запад жил в уверенности, что завтра будет лучше, чем сегодня... и будущее заслуживает того, чтобы во имя его пожертвовать настоящим, так как наука и техника своим развитием обеспечат свободу и изобилие. Эта вера мертва. Будущее не обещает нам ничего". Английский физик, лауреат Нобелевской премии Дж. Томпсон о сегодняшнем дне сказал так: "Ближайшая историческая параллель с сегодняшним днем — не промышленная революция, а переход к земледелию в эпоху неолита".

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЦИВИЛИЗАЦИЯ

Живя на земле, человек, без всякой необходимости, создал себе массу проблем и сейчас решает главный вопрос: "быть или не быть". В сущности, этот вопрос решался человеком почти всегда, но сейчас он стоит особенно остро. Окружающая среда загрязнена, озонный слой разрушен, все новые и новые ураганы носятся над городами, разрушая все. Обыватель говорит о конце света, а ученые считают, что человек сам нарушил устойчивость атмосферы, и поэтому все пошло по-другому. Поэтому и происходят ураганы, наводнения, снегопады в Африке и т. п. Ученые видят причинно-следственную связь и понимают, что будет еще хуже. По расчетам, к 2040-му году озонный слой настолько разрушится, что жить на Земле будет невозможно.

Есть два типа проблем в настоящее время — проблемы отношения человека с Природой и проблемы отношения человека к другим людям, то есть проблемы общества. Ясно, что вторые проблемы, в конце концов, подчинены главным проблемам — отношению человека и Природы. Но и проблемы второго класса не являются второстепенными. За всю свою историю человек не сумел научиться организовывать жизнь коллектива людей (общества)

правильно. Предложений было много, но даже из самых лучших из них ничего не получилось. Сейчас все это из области утопии и никто уже не верит, что утопии когда-либо сбудутся.

Человек живет за счет природы. Но использует природу, ее ресурсы и вообще окружающую среду очень нерационально, а главное — губительно для себя же. Если экономика в мире будет развиваться по тем же принципам, что и сейчас, то человек столкнется с проблемой сырья, энергии и продовольствия. Тем более, если народонаселение будет увеличиваться так же стремительно. Это, если можно так сказать, внешние пределы развития человеческого общества. Но есть и внутренние пределы. Об этом Римский папа Пий XI сказал так: "Человеческий труд, который даже после совершения первородного греха был предписан человеку Богом на благо его души и тела, во многих случаях достигает обратной цели: с фабрики вещи выходят усовершенствованными, а человек деградировавшим и развращенным". Первородного греха, конечно, не было и человек с самого своего возникновения на земле обязан был трудиться, как и все живое, но в последних словах папы содержится горькая правда — деградация и развращение человека очевидны.

Трагедия человека состоит не в том, что он не знает, что ему делать (все он прекрасно знает), а в том, что он не хочет этого делать. Он считает, что для правильных поступков еще не наступило время, как выразился экономический "прагматик" Дж. М. Кейнс. Он писал:

"Когда все будут обеспечены, общество снова начнет ценить цели выше, чем средства, и предпочитать хорошее полезному. Но не спешите! Для всего этого еще не настало время. По крайней мере, еще 100 лет мы должны внушать себе и другим, что дурное — хорошо, а хорошее — дурно. Потому что дурное — выгодно, а хорошее — нет. Алчность, выгода и предусмотрительность еще некоторое время должны оставаться нашими богами. Ибо только они смогут вывести нас на дневной свет из туннеля экономической необходимости".

Значит, вначале, разрушая природу и друг друга, все должны стать обеспеченными, а затем начнем жить праведниками, как положено. Но правда состоит в том, что все не будут обеспечены никогда. С каждым днем разрыв между богатыми (как странами, так и просто людьми) и бедными увеличивается. Пружина растягивается все больше и больше, и она должна будет, в конце концов, когда-то сжаться. Но это сжатие ударит больно по всем.

Основатель Римского клуба ученых так понимал проблему:

"Истинная проблема человеческого вида на данном этапе его эволюции состоит в том, что он оказался неспособным в культур-

ном отношении идти в ногу и полностью приспособиться к тем изменениям, которые он сам внес в этот мир. Поскольку проблема, возникшая на этой критической стадии его развития, находится внутри, а не вне человеческого существа, взятого как на индивидуальном, так и на коллективном уровне, то и ее решение должно исходить, прежде всего, и главным образом изнутри его самого. Трансформация нашей материальной цивилизации и разумное использование ее огромного потенциала возможны лишь за счет соответствующего развития человеческих качеств и способностей во всем мире".

В другом месте Печчен писал: "Либо мы окажемся на высоте положения и сможем так развивать свои качества, чтобы они гармонировали с вызываемыми нами же самими кумулятивными изменениями, касающимися как всех нас, так и окружающего нас мира, либо, отчужденные и вытесненные продуктами своего же собственного гения, будем постепенно сползать в направлении к всеобщей, кумулятивной катастрофе.

Только тот прогресс и только такие изменения, которые соответствуют человеческим интересам и находятся в пределах его способностей к адаптации, имеют право на существование и должны поощряться".

Как же можно избежать надвигающейся катастрофы. Основными условиями такого спасения специалисты считают следующие:

1) восстановление на качественно новой основе серьезно нарушенного глобального топливно-энергетического и материально-сырьевого баланса,

2) восстановление на качественно новой основе нарушенного глобального демографического баланса, нормализация воспроизводства поколений,

3) восстановление глобального экологического баланса,

4) необходимость всеобщего и полного разоружения,

5) надо поставить во главу угла системы ценностей гуманность, то есть самого человека, его благополучие и полноценное развитие.

Новая цивилизация должна быть: низкоэнергичной, высокоустойчивой, экологически чистой, полностью демилитаризированной и подлинно человечной.

Таким образом, должна быть создана экономика, основанная на новых принципах (альтернативная экономика). В условиях такой экономики в процессе труда представится возможным достичь следующих целей:

— дать личности возможность использовать и развивать свои способности,

— позволить ей преодолеть эгоцентризм, объединившись с другими людьми для совместной деятельности, и произвести товары и услуги, необходимые для существования.

Альтернативная экономика должна обеспечить всеобщую занятость, творческий труд, соединение индивидуального и коллективного... Она должна гарантировать потребление по потребностям или по труду, а сам труд должен быть востребован по способностям. Авторы проекта такой экономики (альтернативной) верят в то, что экономическое развитие подвластно действию моральных императивов, благих намерений и здравому смыслу. Они уверены в том, что рыночный механизм может "адекватно реагировать на дефицит природы, если предприниматель будет нести ответственность за причиненный природе ущерб".

Первым шагом к реализации альтернативной экономики должен быть отказ от идеи индустриализма, промышленного роста как предпосылки или цели развития. Надо раз и навсегда забыть идею изобилия, поскольку потребности никогда не могут полностью удовлетворяться в системе, которая ориентирована на рост, поскольку потребности растут быстрее, чем производительные силы. Другими словами, надо отказаться от роста производства. Но разные страны находятся в разных условиях. Как быть — применять принцип ограничения только к развитым странам, а развивающимся дать возможность догнать их в своем развитии? А может, затормозить развитие всех стран одновременно?

Специалисты по альтернативной экономике считают, что надо идти вторым путем.

Поскольку экономический рост отвергается как цель для развитых стран, он в качестве глобальной цели отвергается и для развивающихся. Модель западного мира объявляется гибельной, ибо сформулированные в рамках этой модели притязания и потребности людей, их стиль жизни, получив статус общемировых, сразу же придут в очевидное и драматическое несоответствие с объемом природных ресурсов и законами равновесия сложившихся на Земле экосистем. Один из альтернативистов писал:

"Из всех кампаний западного мессианства, компания развития, основанного на высоком уровне потребления энергии и на путях интенсификации, рекомендуемых экспертами, является наиболее обреченной. Эта программа базируется на экономически несостоятельной концепции господства человека над природой и на антропологически извращенных попытках заменить местную культуру, с ее естественной драматургией удач и неудач, стерильной средой, где хозяйничают эксперты".

Но если производственный должен быть ограничен, то как быть с наукой и техникой, какова их дальнейшая роль? Не будем

забывать, что до сих пор их главная задача состояла в создании эффективных средств уничтожения людей. Большинство теоретиков-альтернативистов отдают себе отчет в том, что отвергнуть возможности современной науки и техники — значит надолго сберечь сотни миллионов несчастных, голодных, тяжко работающих крестьян на бесчеловечное существование. Полагают, что надо идти по принципу "добровольного опрощения". "Оно решает проблемы, связанные с истощением ресурсов, экологическими стрессами, инфляцией... спасает нас от отчуждения и агрессии... Это универсальная реакция на бессилие и нищету материализма".

Стремление к простоте диктуется также "чувством социальной ответственности, немыслимым 10—15 лет назад". Начался процесс трансформации потребностей, который затронул количественно небольшой слой, но все же достаточный, чтобы назвать его массовым. Этот процесс является предпосылкой прорыва "за грань скончавшейся истории". Человечество должно быть способным предвидеть результаты своих действий, уметь оценивать состояние биосферы и заранее знать, где находится та запретная черта, которая отделяет возможность дальнейшего развития цивилизации от ее более и менее быстрого угасания. Показательной является программа "зеленых" в ФРГ. В ней сказано:

"Наш высший принцип гласит: гуманных целей нельзя достичь негуманными средствами". Эта программа развернута в альтернативном издании "Ненасильственная революция". В ней говорится:

«Мы должны сломать цикл насилия, начав ненасильственную революцию. В повседневной жизни, работе, молитвах мы должны порвать с моделью системы угнетения, разоблачить публично всю ее ложь, несправедливость и гнет.

Мы должны бороться против системы не тем оружием, которое она использует против нас.

Необходимо организовать народные массы, обеспечивать участие всех, а не только элиты активистов.

Надо заниматься обучением, люди должны быть готовы к борьбе. Необходимо иметь союзников во всех слоях общества и во всех частях мира. Необходимо научиться кооперироваться с другими общественными группами, не утрачивая своего лица. Совместной борьбе мы говорим — "да", кооптации — "нет".

Необходимо организовать акции, какими бы незначительными они ни были, чтобы обеспечить массовое участие и ощутить вкус победы.

Необходимо постоянно анализировать и оценивать ход борьбы».

Все должно начаться с революции личности:

"Если революция личности все-таки произойдет, то это будет интимная революция, которая в первую очередь коснется основ жизни... Она должна пустить корни дома, по соседству, в школе, на работе; она должна открыть заново деревни, погребенные под громадами наших городов; она высвободит плодороднейшие земли из-под толщи гладкого, грязного асфальта современных улиц. Везде потребности и нужды личности будут формироваться и удовлетворяться общинами... Город будет оторван у коллективной анонимности посредством превращения его в дружеское сообщество урбанизированных общин. Каждый шаг, медленно и постепенно сделанный в направлении этого процесса, явится реальной основой для утверждения прав личности и благосостояния планеты".

Основной принцип новой экономики состоит в том, что она в первую очередь, и более всего, стремится удовлетворить нематериальные потребности человека, она "дает возможность людям хорошо делать свое дело за вознаграждение и безвозмездно, она будет поощрять стремление опираться на свои силы, она будет рассматривать здоровье как составную часть богатства, беречь ресурсы и окружающую среду". Это цитата из программы английских "зеленых".

Это значит, что экономические теории альтернативного движения основываются на таких понятиях, как гармония, природа, жизнь, здоровье и т. д. Идеи альтернативистской экономики изложены в докладе Римскому клубу "Пределы роста", в манифесте английских экологистов "Проект выживания" и в книге Э. Шумахера "Малое — это прекрасно".

В "Пределах роста" был очерчен характер и масштабы фундаментальных проблем. В "Проекте выживания изложены те изменения, которые должны произойти, чтобы проблемы были решены. Шумахер изложил свои размышления над философскими основами проблемы. На фоне неприятия экономического роста принцип "малое — это прекрасно" вполне естественный.

Отказаться от роста производства можно двумя путями. Во-первых, можно вообще отказаться от рынка и ориентироваться только на самообеспечение (натуральное хозяйство). Но это слишком нереально. Рассматривается и второй вариант — совмещение альтернативной экономики с уже существующим крупным производством. Но здесь все упирается в собственника. Альтернативисты считают, что продвижение к "зеленому политическому будущему" невозможно даже "начать в столь гротескно неравном обществе".

Они полагают, что политическое общество немыслимо создать без радикального перераспределения богатства, земли, средств производства. Призывая людей руководствоваться иной системой ценностей и иным пониманием благополучия, состоятельности,

богатства и не зависеть от так называемого благосостояния, альтернативисты говорят о перераспределении богатства, земли и средств производства. Без этого немыслимо создать экономическое общество. Цель в том, чтобы превратить в собственников наемных тружеников. В программе "зеленых" сказано:

"Мы думаем, что господствующая система частной собственности и право распоряжаться средствами производства являются одной из причин социальной субординации и эксплуатации человека и природы. Собственность в частных руках, а также в руках государства дальше не может господствовать над другими людьми, разрушать природу, контролировать экономику, общество и политику. Земля, природные ресурсы, средства производства и банки должны быть превращены в новые общественные формы собственности. Мы отвергаем известные методы национализации, так как они делают невозможным демократический контроль масс".

Альтернативисты выступают против того, чтобы собственность перешла в руки государства.

Неприемлемость рынка объясняется не столько его экономической "жестокостью" (неравномерным, несправедливым распределением общественного богатства), сколько "жестокостью" нравственной, ибо рынок убивает в людях всечеловеческое, воспитывает их в духе конкуренции, взаимной вражды и погони за прибылью. Человек оказывается поглощенным и подавленным системой, которая навязывает ему потребности и заставляет жить по собственным законам.

Эта "реформация" глубже, чем марксистская, и даже диаметрально противоположна марксистской трактовке базиса социализма. "Не обязательно и даже ошибочно связывать этот вопрос с определенным минимумом технологического развития... Нет низшего предела развития производительных сил, которое делает социализм невозможным, но есть верхний предел". Это сказал О. Ульрих — западногерманский альтернативный теоретик.

Отвергается и рыночное и государственное регулирование экономики.

Американец И. Иллич считает, что цивилизация создала два исторических типа личности: человек экономический (homo economicus) — производящий и потребляющий блага через сферу рыночных отношений, и человек умелый (homo habilis) — удовлетворяющий свои нужды помимо рынка, на основе самообеспечения и самообслуживания. "Экономический человек" непосредственные блага переводит в стоимости, а наращивание стоимостей не имеет предела. "Человек умелый" знает, сколько он может потребить, и не будет производить сверх того. "Человек экономический" производит то, что сам не потребляет, и потребляет то, что сам не

производит. Он никогда не задается вопросом о качестве, полезности, красоте, счастье, морали. Его волнует другое — меновая и прибавочная стоимость, производительность и объем произведенного.

Произошла чудовищная деградация современной личности. Это принудило человека к заданному извне типу экономического поведения, которое стало его натурой. Оно выработало у него соответствующее политическое сознание, замкнуло его духовный горизонт, вызвало к жизни примитивную структуру потребностей и влияний.

Основой альтернативных моделей является экология. Острая тревога за судьбы Земли возникла, когда до общественности дошли результаты научного анализа состояния природы и пессимистические модели будущего, основанные на самых современных методах комплексного научного анализа.

Экологическая обстановка в мире способствует быстрому распространению новых ценностных ориентиров. Дальнейшее развитие общества невозможно без экологизации сознания, ядром которого является экологический императив, постулирующий социальную необходимость считаться не просто с законами природы, но и с предъявляемыми с ее стороны "техническими условиями". Экологическое сознание связывает человека с миром в целом, "предполагая полную реализацию возможностей, открытых человеку в обществе и природе не только на основе альтруизма и сострадания".

Проблема занятости в новой альтернативной цивилизации решается следующим образом.

Полная занятость не может быть восстановлена, но для все большего числа людей она будет заменена "самостоятельно организованным трудом". Труд по найму в течение неполного рабочего дня в сфере "Формальной экономики" в сочетании с частичным трудом в сфере "Неформальной экономики" станет рассматриваться как норма "Нового трудового порядка". Что касается принципа "Малое — это прекрасно", то позиция альтернативистов состоит в следующем. Главное требование движения за простоту состоит в упрощении материального аспекта жизни. Следуя этому принципу, люди добровольно ограничивают свои потребности, возвращаются к простому образу жизни, переселяются в деревни, пекут сами для себя хлеб, обогревают свои дома солнечной энергией и т. д. На вопрос: "Что значит жизнь в соответствии с принципом простоты?" автор статьи "Простота как жизненный принцип" Д. Элджин отвечает: "Сущность такого образа жизни состоит в том, чтобы внешняя сторона жизни была как можно проще, а внутренняя как можно содержательнее". Простота — только предпосылка социальной эволюции, которая, как полагают ее сторонники, необходима для того, чтобы обеспе-

чить самые минимальные условия долгосрочного выживания в мире. Простой образ жизни лишь создает основы для успешного решения проблем в масштабах всего общества". Альтернативисты отрицают общество с высоким уровнем материального потребления (общество всеобщего благоденствия). Доводы их понятны. Люди получили телефон, машину, коттедж, возможности для комфортабельного отдыха, доступ к высшему образованию, разнообразные развлечения. Но стали ли они счастливее?

Человек всегда нуждался в том, чтобы есть, пить, любить, превозмогать болезни, быть сильным, далеко видеть, хорошо слышать, быстро передвигаться. Богатство не приносит радости, а погоня за наслаждением делает человека несчастным и одиноким. "У человека есть биологические, социальные, духовные и эстетические потребности, а не материальные или технологические". Новые ценности должны обусловить соответствующие изменения в обществе и вывести его из кризиса.

Общество будущего должно характеризоваться следующими свойствами:

— сбалансированное удовлетворение материальных и духовных потребностей человека, обеспечение возможностей для самореализации индивида, активного участия каждого в общественной жизни;

— экологическая этика, основанная на сознании ограниченности природных ресурсов, необходимости партнерства и гармонии в отношениях человека и природы;

— перемещение акцентов с формального равенства перед законом в сторону повышения социальной ответственности, переход от принципов "неистового индивидуализма" к ценностям "ответственной личности".

В одной из книг альтернативистов читаем: "Мы стоим на границе эпохи, когда жизнь человека стремится реализоваться в новых формах. Ложное разделение человека и природы, времени и пространства, свободы и безопасности очевидно, и мы вырабатываем новое представление о человеке и истории, в котором эти понятия находятся в органическом единстве". Дай-то Бог.

Оптимальное устройство общества мыслится так: "Общество состоит из небольших поселков (до 2 тысяч жителей) с коттеджами на одну-две семьи. К ним примыкают земельные участки, на которых выращивается все необходимое для жизни. В хозяйствах используется солнечная энергия биогаза. Крупных промышленных центров не существует, нет высотных домов.

Города разделены на множество отдельных экономических районов, функционирующих на основе самоуправления и самообеспечения. В них преобладают небольшие ремесленные предприятия

и коммунальные мастерские, централизованных производств немного, поскольку территориально места работы и жительства совпадают, автострады упраздняются. Основное транспортное средство — велосипед. Для дальних путешествий (например, во время отпуска) служат электромобили и электропоезда.

Использование воспроизводимых источников энергии и экономных в отношении сырья технологий определяет характер производства в целом. Применяются лишь небольшие машины, обеспечивающие потребности ремесленного труда. Нулевой экономический рост замедляет темпы технического прогресса. Различия в доходах, а тем самым и престижное потребление постепенно преодолевается. Политическое управление децентрализовано, основано на базисной демократии, на прямых формах участия людей в принятии политических решений. Отдельные общины, в значительной мере экономически автономные, живут своей замкнутой политической жизнью. Федеральное правительство или правительства отдельных земель занимаются лишь общенациональными и международными проблемами.

Принципиально изменяется стиль жизни людей. Разделение труда упраздняется, каждый выполняет множество различных функций и, таким образом, приобретает возможность всестороннего развития своих способностей. Этому соответствует система образования и локальная структура производства. Твердая ориентация на сотрудничество и устранение конкуренции создают предпосылки для коллективизма, уничтожают авторитарные структуры господства и приводят к более гуманному стилю жизни.

Описанное выше альтернативное общество — это мечта. Специалисты говорят, что это — модель. Модель в том смысле, что оно получено на бумаге путем расчетов. Расчеты же могут быть разные. Для того, чтобы считать, надо задать условия. Разные авторы задают разные условия. Но имеются и некие общие для всех альтернативистов принципы. Это прежде всего:

— уважение различий,

— устранение дискриминации,

— гарантия прав меньшинства.

Концепция альтернативного движения основывается на следующих политических принципах:

1) целостный подход к мировым проблемам,

2) экологические проблемы,

3) обеспечение мира,

4) децентрализация социальной и политической активности,

5) трансматериалистические убеждения, способность говорить о духовности в формулах, понятных религиозным людям, внутреннее самосовершенствование,

6) феминизм,

7) социальная ответственность перед бедными,

8) культурный плюрализм, направленный против массовой культуры,

9) ненасильственные изменения,

10) упор не на идеологиях, а на вовлечении масс (просвещение, мобилизация).

Разные авторы в своих исследованиях приходят к разным выводам. Всех их можно поделить на три группы. Первую группу составляют те, которые считают, что изменить что-то существенно не удастся и все пойдет само собой, как и сейчас. Но конец этого пути безрадостный. Вторую группу составляют те, кто видит в будущем принципиальные изменения в организации экономики. Они полагают, что впереди нас ждет экономика, в которой будут фигурировать "электронные кооперативы", семейные или региональные предприятия, основанные на самоуправлении, которые будут бесприбыльными и т. п. Третью группу представляют те, о которых мы больше всего говорили выше. Они считают, что для того, чтобы предотвратить гибель человечества, надо отказаться от экономического роста и выработать новые принципы социального поведения человека.

ЧАСТЬ ВОСЬМАЯ

РОССИЯ НА ГРАНИ СТОЛЕТИЙ

РОССИЯ НА ПЕРЕХОДЕ

За последние 10—15 лет в России изменилось все: экономика, отношение отдельных людей друг к другу, политическая жизнь, мораль и т. д. Общество разделилось на слои и группы, которые оказались враждебными друг другу: богатство и достаток одних в 10—100 раз превышают возможности других. Враждебность именно потому, что все начинали, казалось бы, с единых стартовых условий. В советское время каждый средний советский гражданин получал свои сто рублей и жил тихо и мирно, не нуждаясь в самом необходимом и не завидуя соседу, который жил так же. Вражда возникла потому, что каждому ясно, что за 10—15 лет нельзя честным трудом заработать то состояние, которым кичатся новые русские. И они его "заработали" не в Америке, не в Австралии, а отняли это богатство у всего российского народа. Появились магнаты, которые владеют телевидением, целыми отраслями промышленности. Они стремятся владеть Думой и Правительством. Как же тут не появиться вражде? Семьдесят лет деды, отцы, сыновья и внуки добровольно и под принуждением создавали то богатство, ту силу, которая позволила выстроить мощную экономическую, военную и политическую систему. Систему, от которой зависела судьба всего мира.

И эта система родила гнома, который захотел ее улучшить, придать ей "человеческое лицо". Не обладая ни знаниями, ни пониманием исторического развития, ни элементарной порядочностью, этот гном сумел все, абсолютно все разрушить. Мы потеряли все, не получив взамен ничего. Народ оказался нищим, государство — беззащитным, Россия — разоренной. Так свои же сдали Россию в третьей мировой войне. Российский МИД стал полностью петь с американского голоса, страну стали разорять, вывозя сырье, людей, интеллект. Но не только вывозили. Старались и ввозить.

Ввозили устаревшие и запрещенные у себя вредные технологии, ввозили экономически вредные отходы, в том числе и радиоактивные, ввозили наркотики и СПИД, проституцию и бандитизм. Ввозили массовую американскую "культуру" с ее культом насилия, беспринципности и бездуховности. Все это обрушилось на простого советского человека, который привык верить всему тому, что исходило из динамика, радиоприемника, телевизора или из уст малого и большого начальника. Могут возразить, что не верили. На самом деле почти каждый верил. Представление о тех, кто был против советского строя, сильно преувеличено. Диссидентов было очень мало, особенно истинных. Когда изменилась ситуация, практически все они забыли о народе и постарались упаковать себя лично. Истинных диссидентов можно посчитать на пальцах одной руки (первым надо назвать Сахарова). Но они погоды не делали и не сделали. Поэтому речь не идет ни о какой политической борьбе. Один, обладая всей полнотой власти, развалил Союз, Сообщество, общество и вообще нормальную жизнь. А все остальные воспользовались этим и прибрали к рукам все то, что несколькими поколениями создавалось для блага потомков, для счастья детей, для сильного государства. Не стало ничего, ни счастья, ни сильного государства. Остались одни вороны, держащие в клювах свою добычу и опасающиеся друг друга. Но в своих интересах они держатся одной стаей. Ворон ворону глаз не выклюет. А с народом произошло следующее.

Богатые стали в 14 раз богаче бедных. Это не самые богатые, которые богаче всех остальных в тысячи и миллионы раз. Это десятая часть всего населения, которая находится сверху, ближе у пирога. Именно она в 14 раз богаче той десятой части населения, которая находится на самом низу, на дне. Здесь мы идем впереди всех. В развитых странах Европы это превышение составляет 5—6 раз. Все сходятся на том, что оно не должно превышать трех. Богатый может быть богаче бедного не более чем в три раза. Правда, речь не идет об отдельных людях, которые могут быть и очень богатыми. Речь идет о 10% населения (богатых) и 10% населения (бедных). Этот разрыв не должен превышать трех. Иначе общество не может быть стабильным, устойчивым. Иначе нельзя говорить о справедливости, воспитывать детей в духе христианской морали. А там, где есть несправедливость, всегда есть оправдание насилию. Насилию не только сверху, но и по горизонтали, внизу.

Этот разрыв можно наблюдать практически на каждом предприятии. Руководители и всякого рода начальники получают зарплату в 20 и более раз выше, чем рабочие. Оплата труда в разных отраслях отличается не менее чем в 10 раз. В разных регионах, например в Москве и на Чукотке, разрыв в зарплате не меньше. Здесь

речь идет не о разрыве в зарплате начальника и рабочего, а в отличиях в зарплате рабочего в Москве и рабочего на Чукотке, или рабочего в Газпроме и рабочего в другой отрасли.

Это не просто несправедливость. Это больше. Если оплата труда не зависит от количества и качества труда, то во имя чего стараться? А это уже страшно. Страшно для существующего строя. Строй, при котором рабы не были заинтересованы в производительности своего труда, развалился. И иначе быть не могло. Если мы не хотим развалиться окончательно и бесповоротно, создавшееся положение должно быть изменено. Принцип: "оплата по труду" незыблем при любых экономических формациях, которые хотят выжить, а тем более процветать.

Почему же все это возможно? Потому, что очень небольшая кучка завладела практически всей собственностью. Она сохраняет только за собой доступ к материальным и финансовым ресурсам общества. Поэтому не приходится говорить о какой-то социальной активности или возможности самореализации.

После 1991 г. уровень жизни населения неуклонно падает. За последующие пять лет уровень жизни населения упал на 50%. Индекс роста цен за эти годы составил 1805,7. Бюджет каждой семьи (за исключением новых русских) сократился. Поэтому изменилась структура потребления. Вырос удельный вес расходов на питание. При этом уменьшилась доля расходов на непродовольственные товары. Естественно, что одновременно ухудшилась структура питания населения. Это особенно сильно сказалось на социально незащищенных группах населения. Снизилось потребление мяса и мясопродуктов, молока и молочных продуктов, рыбы, овощей и фруктов, растительного масла. Основными стали хлебные продукты и картофель. Другими словами, потребление белков снизилось. Энергетическая ценность продуктов питания резко упала. Значительная часть населения недополучает кальций, селен, железо, пищевые волокна, витамины и другие важнейшие нутриенты. Калорийность суточного рациона в расчете на душу населения упала с 2527 ккал в 1991 г. до 2300 ккал в 1996 г. Доля продуктов животноводства в общей калорийности суточного рациона снизилась с 35% до 29,9%.

Структура потребительских товаров у бедных и богатых разная. Десятая часть населения страны, находящаяся внизу (бедных), в 1996 г. расходовала примерно 55% доходов на приобретение продуктов питания. Внутри этой группы значительная часть тех, кому катастрофически не хватает средств на питание, лекарства, оплату жилья и т. д.

За это время снизился физический объем платных услуг населению. В 1995 г. он составил только четверть от уровня 1990 г. В структуре платных услуг уменьшилась доля бытовых услуг (до 18,3%).

Одновременно возросла доля жилищно-коммунальных услуг (до 20%), медицинских услуг (до 3%), связи (до 8,4%). Максимальная доля приходится на пассажирский транспорт (24,7%).

Условия жизни ухудшились. Поэтому возросла заболеваемость и смертность. Рождаемость резко упала. Естественно, что продолжительность жизни уменьшилась. Увеличилось число зарегистрированных преступлений. Возникли серьезные проблемы в сфере социального обеспечения (пенсионная система, медицинское обслуживание и др.).

После 1995 г. произошла некоторая стабилизация уровня реальных доходов населения и некоторое снижение уровня бедности, стабилизация потребительских цен и потребительского рынка. К настоящему времени сложились две формы бедности: "устойчивая" и "плавающая". Первая связана с тем, что бедность, как правило, порождает бедность. Низкий уровень материальной обеспеченности ведет к ухудшению здоровья, деквалификации, депрофессионализации. В конечном счете происходит деградация. Бедные родители воспроизводят потенциально бедных детей. Это определяется их здоровьем, образованием, квалификацией. Вторая разновидность бедности, более редкая, связана с тем, что бедные, предпринимая усилия, вырываются из порочного круга и, адаптируясь к новым условиям, отстаивают свое право на лучшую жизнь. Однако для этого мало субъективных условий. Более важны те объективные условия, которые создает общество.

17 августа 1998 г. произошел обвал рубля. Это трагически сказалось на материальном благосостоянии населения. По данным Госкомстата, численность населения с доходами ниже прожиточного минимума за период с сентября 1997 г. по сентябрь 1998 г. увеличилось с 31,6 млн. человек до 44,3 млн. человек. Если в первом квартале 1998 г. средняя заработная плата достигала 168 долл., то в октябре — 60 долл. Средний размер месячной пенсии снизился с 67 до 25 долл. В то же время минимальные размеры оплаты труда и пенсий в настоящее время потеряли свое значение как важнейшие социальные показатели. Реальные доходы россиян в сентябре 1998 г. были почти на 30% ниже аналогичного прошлогоднего (1997 г.) показателя.

По состоянию на сентябрь 1998 г. средняя величина прожиточного минимума в России увеличилась на 102 руб. Она равнялась 552 руб. в месяц на человека. Для трудоспособного населения прожиточный минимум был выше среднего на 69 руб. При этом его величина выросла на 115 руб.

По данным Госкомстата, реальные доходы населения в первом квартале 1999 г. на 27% уменьшились по сравнению с тем же периодом 1998 г. Реальная зарплата за это время уменьшилась на 40%. При этом величина прожиточного минимума с марта 1998 г. увеличилась в 2 раза и составила 857 руб.

Мы уже говорили о том, что произошло катастрофическое расслоение общества. Катастрофическое потому, что при таком расслоении общество нормально без взрывов существовать не может. Здесь цифры таковы. Верхняя группа, к которой относятся, по различным оценкам, от 1,5% до 3% населения, сосредоточила в своих руках практически весь экономический потенциал. Она имеет прямой выход во властные структуры. На этом уровне социальной "пирамиды" находится также слой правящей бюрократии. Численность ее за годы реформ увеличилась вдвое. Сейчас она составляет 3—4% от всего населения. Каждый пятый управляет. Он не только получает зарплату от государства за наш с вами счет, но и тормозит любое дело, к которому не прикасается. Тормозит по разным причинам: по незнанию, по профнепригодности, по нерадивости, в ожидании взятки. В общем, причин много, а результат один — дело стоит, дело трудно сдвинуть с места. А все эти дела вместе составляют одно большое дело — возрождение России. Если высшее руководство страны действительно хочет ускорить дело возрождения России, оно должно убрать с ее тела присосавшихся паразитов и организовать такую систему управления обществом, при которой на каждом управленческом месте находился бы добросовестный профессионал. И это надо делать от министра и до самого низа. Иначе ничего не получится.

Но вернемся к статистике. А статистика говорит о том, что бюрократическая верхушка (4% от всего населения) "чрезвычайно коррумпирована".

Что касается среднего слоя, который в нормальном обществе составляет большинство и является стабилизатором общества, то в России его просто нет. Так считают специалисты. В городах существует прослойка (примерно от 9 до 14% населения), которая весьма условно может быть отнесена к среднему классу. В основной своей части она неустойчива, поскольку не имеет существенной собственности. В силу слабости своего положения она не способна оказывать реального влияния на экономическое развитие страны.

На самом деле в ходе реформ были выброшены за борт те, что своим трудом, проявлением предпринимательской инициативы пытался "встроиться" в новую систему хозяйствования и сформировать средний класс, который всегда является опорой экономических преобразований. Это основной человеческий капитал, залог успешного продвижения реформ. Но в условиях России этот человеческий капитал перешел в массовый слой бедняков. А это, не мало не много, — 60—65% населения. Не располагая иной собственностью, кроме высокой квалификации, лишенный наиболее важных социальных гарантий, находящийся близко к зоне социального риска, этот массовый слой не мо-

жет в сложившемся виде быть опорой экономических преобразований в России. Высшее руководство страны должно понимать, что без привлечения этого интеллектуального, профессионального потенциала к преобразованиям в России реформы обречены на провал. В этом потенциале — будущее России, которая обладает тем, чем не обладает ни одна другая страна в мире. А мы закопали этот "талан" в землю и ждем чуда. Ждем, поклоняясь заморским чудесам, которые и в подметки не годятся нашему народному гению. Но Россия еще подкует блоху так называемых развитых стран! А сейчас наш потенциальный средний класс (более половины всего населения страны) все свои усилия направляет на одно — как выжить в условиях беспредела, взяточничества и политической проституции.

Что касается самых низших групп населения, которые составляют 9—12% от всего населения, то они находятся в зоне риска. Они абсолютно не защищены. Это "социальное дно" общества. Оно состоит из люмпенизированных, десоциализированных граждан страны. Это, по сути, каждый десятый. Не много ли? "Социальное дно" включает в себя нищих, просящих подаяния, бомжей, лишившихся жилья, беспризорных детей, потерявших родителей или убежавших из дома, алкоголиков, наркоманов и проституток (включая детей). Все они ведут антисоциальный образ жизни.

В принципе достаточно сказать только о детях. Обо всем другом можно было бы не говорить. Число беспризорных детей полностью характеризует состояние общества. Наше общество находится в длительном, глубоком кризисе. Оно эту задачу не решает. Но где находится православная церковь, которая так любит говорить о своей исторической роли в истории Российского государства и российского народа? Куда идут те огромные прибыли, которые она получает не только от прихожан, но и от занятия бизнесом (вплоть до алкогольного) в условиях полного освобождения от налогов. Церковь старается не замечать многие и многие тысячи беспризорных, детскую проституцию, воровство, бандитизм и т. п. Она, как и власть, живет сегодняшним днем. Для нее главное — построить больше храмов. Чем больше храмов, тем больше прихожан, тем больше прибыль. В метро стоит много просящих милостыню. Но значительную конкуренцию им составляют люди в черном от церкви. У них преимущество. Каждый стремится дать не нищему на кусок хлеба, а церкви — в надежде на отпущение грехов. А грехов-то много! Вот так видит свою задачу церковь. Но при этом она изо всех сил старается не замечать беспризорных, выброшенных детей. А зря. Не исключено, что они составят новую волну рушителей церквей. И будут правы. Им же никто не помог, больше заботясь о собственном благополучии.

Но надо думать, что мы уже встали на определенный путь развития. Путь, на котором мы стоим, ведет нас к пропасти. Всех нас — и бедных и богатых. Пусть последние не тешат себя надеждами, что их это минует. Можно не сомневаться, что нынешняя стратегия развития общества в России доказала свою ошибочность и нежизнеспособность. Общество стоит перед выбором пути развития. В настоящее время речь идет не просто о создании условий для реализации социальных целей, повышения эффективности перераспределительных отношений. Речь идет о превращении социальных факторов в мощный рычаг воздействия на макроэкономические преобразования. Необходимо разработать качественно новую модель, соответствующую как внутренним историко-культурным внутренним традициям, так и мировым тенденциям. В новой модели социальная составляющая должна выступать не только целью, но и главным фактором экономических преобразований.

С одной стороны, мы должны отойти от государственного планового управления экономикой. С другой стороны, необходимо сформировать рыночные механизмы хозяйствования и вхождения России в систему международного разделения труда. Все это порождает важные проблемы в сфере занятости. Это, в частности, абсолютное сокращение численности занятых и активное перераспределение занятых между государственным и негосударственным секторами экономики, ускоренный рост занятости в частном секторе, развитие малого предпринимательства, значительное число самозанятых, развитие новых гибких форм частичной и вторичной занятости. Сказанное можно подкрепить цифрами. Если в 1991 г. в государственном секторе экономики было занято 55,7 млн. человек (около 75% общей численности занятых), то во второй половине 90-х гг. только 33,6%. Это составило 24,4 млн. человек. За тот же период число работающих в частном секторе увеличилось с 9,8 млн. человек до 25,2 млн. человек. Появились работодатели, доля которых в структуре занятости возросла с 0,2% в 1992 г. до 3% в 1996 г. 15,4% занятого населения самостоятельно обеспечивают себя работой.

Исключительно важны процессы реструктуризации отраслевой занятости. Произошло абсолютное и относительное сокращение численности работающих в промышленности и строительстве, науке и научном обслуживании, рост удельного веса занятых в таких отраслях, как торговля, общественное питание, материально-техническое обслуживание, сбыт и заготовки, жилищно-коммунальное хозяйство, здравоохранение, социальное обеспечение населения, кредитование, финансы, страхование и др.

Произошли глубокие изменения структуры занятости в промышленности (ускоренный рост численности промышленно-производственного персонала в электроэнергетике, газовой, нефтепе-

рерабатывающей отраслях). Одновременно произошло сокращение занятости в обрабатывающих отраслях, и прежде всего в легкой промышленности и машиностроении.

Образовались рынки детского труда, а также рабочих мест для лиц пожилого возраста. Это произошло из-за ухудшения жизненных условий. Произошло расширение занятости в сфере личных услуг (охрана, личный транспорт и извоз, обслуживание на дому ит.п.).

Безработица была легализована. Она быстро распространилась на всей территории России в связи с сокращением спроса на рабочую силу. Скрытые резервы рабочей силы трансформировались в "подавленную" (латентную) безработицу. Произошло углубление поляризации регионов страны. В разных регионах возможности обеспечения занятости оказались очень сильно различающимися. Появились территории с повышенной напряженностью на рынке труда. Здесь уровень официально регистрируемой безработицы устойчиво превышает средний для России показатель в два и более раза. В то же время величина инвестиций на душу населения и уровень оплаты труда в этих регионах существенно отстают от средних для страны.

Увеличилась текучесть рабочей силы из-за ее высвобождения, трудовой миграции, изменения ее направлений и форм. Появилась проблема беженцев и вынужденных переселенцев, численность которых к середине 90-х гг. составила 630 тысяч человек. Существенно увеличилась теневая экономика, в которой появились рабочие места.

В первом квартале 1998 г. численность экономически активного населения составляла 71,4 млн. человек. По сравнению с 1991 г. она сократилась на 8,4 млн. человек. 90,9% были заняты в экономике, остальные не имели занятия, но активно его искали. Они стали безработными. В первом квартале 1998 г. было официально зарегистрировано безработных 2 млн. человек. Это 2,7% экономически активного населения страны. С учетом вынужденных работающих в режиме неполной занятости и находящихся в отпусках по инициативе администрации уровень безработицы достигает 23%. К концу января 1999 г. уровень официальных безработных в стране достиг 12,4%, то есть 8,9 млн. человек. В числе безработных в России чаще всего оказываются не неквалифицированные работники или малообразованные люди, а высокопрофессиональные специалисты в области современной техники, технологии, работы с компьютерами и другими современными техническими производствами. Многие из них вынужденно втягиваются в криминальную сферу. Это те люди, которые способны решать кардинальные проблемы развития страны. Свыше половины безработных не могут найти работу

более четырех месяцев. Из них каждый шестой-седьмой не имел работу больше года. Среди безработных женщины составляют 50%. Среди работников связи, культуры и искусства, торговли и общественного питания, образования, здравоохранения и социального обеспечения, кредитования на долю женщин приходится 70—80%. В аппарате органов исполнительной власти на федеральном уровне женщин около 50%. За период с 1992 по 1996 г. среди женщин в возрасте старше 15 лет доля занятых всеми видами экономической деятельности снизилась с 59 до 50%. Из них в возрасте 15—19 лет — с 22 до 12%, 20—24 года — с 68 до 57%, 25—29 лет — с 81 до 72%, 30—49 лет — с 88 до 81%. В настоящее время не имеют работы и активно ее ищут 2,6 млн. женщин, из них около 1100 тысяч человек (42%) имеют официальный статус безработного в службах занятости (среди мужчин — 21%). Почти половина безработных женщин имеют несовершеннолетних детей. 12% из безработных женщин воспитывают одного ребенка, а 7,5% из них являются многодетными. Безработные в основном молодые женщины. Около 40% из числа женщин, которые испытывают трудности с трудоустройством, — женщины в возрасте до 30 лет. Только 8% безработных женщин находятся в предпенсионном возрасте.

Зато полная занятость женщин в России больше, чем в других странах. Специалисты под этим термином понимают все затраты труда женщин как в общественном производстве, так и в семье. На плечи женщин свалились дети дошкольного возраста, поскольку за последние 10 лет услуги дошкольных и внешкольных учреждений оказались малодоступными из-за сокращения сети этих учреждений и высокой оплаты за содержание в них детей. Поскольку резко увеличились цены на бытовое обслуживание, то соответственно упали объемы этого обслуживания. Тяжесть этих работ легла на плечи женщин в семье.

Прошедшие изменения в стране резко ухудшили здоровье населения. Изменилось в худшую сторону здравоохранение. Соответственно изменилась санитарно-эпидемиологическая обстановка в стране. Значительно активизировались различного рода социопатии, такие как туберкулез, венерические заболевания, психические расстройства, алкоголизм, наркомания, убийства и самоубийства. Поэтому изменилась картина инвалидности и смертности. Уровень общей заболеваемости населения крайне высок. В 1997 г. он составил 117 716,4 обращений к врачу на 100 000 населения. И после этого заболеваемость населения растет. Этот рост больше всего по классу болезней органов дыхания, затем, в порядке убывания: болезней системы кровообращения, болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани, болезней мочеполовой системы, болезней крови и кроветворных органов, болезней эндокрин-

ной системы, расстройств питания, нарушений обмена веществ и иммунитета; болезней нервной системы и органов чувств. В настоящее время в стране насчитывается более 2 млн. человек, которые страдают сахарным диабетом. Увеличилось число врожденных аномалий и осложнений беременности, родов и послеродового периода. Первое место занимают болезни органов дыхания. За ними следуют болезни системы кровообращения, нервной системы. Число инфекционных болезней растет. В 1997 г. заболеваемость увеличилась по сравнению с предыдущим годом на 20,9% и составила 36,7 млн. человек. Экономические потери только от инфекционных болезней составили около 15 млрд. рублей.

НАРОДОНАСЕЛЕНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ РОССИИ

За годы реформ резко изменилась картина народонаселения в стране. Создалась ситуация, подобной которой не было еще ни у нас в стране, ни за рубежом. Мы имеем дело с демографическим кризисом, поскольку произошли существенные отклонения в развитии демографических процессов в короткий период от основных, генеральных тенденций. Мы анализируем эту ситуацию здесь потому, что без правильного понимания демографических процессов в стране нельзя говорить о путях ее выхода из кризиса, в котором она оказалась, нельзя представить себе объективную картину и определить перспективу устойчивого социально-экономического развития страны. Надо еще раз подчеркнуть, что именно здоровье влияет на формирование воспроизводства населения, а также на его трудовую активность. На развитие современного общества оказывают влияние темпы роста населения, сдвиги в его возрастно-половом составе, уровни рождаемости и смертности, величина семьи и т. п. Ясно, что от этих факторов зависит здоровье нации.

В решении всех этих вопросов важное место занимает сама система здравоохранения. При оптимальной ее организации она должна благоприятно воздействовать на демографическую ситуацию в стране и оказывать положительное влияние на уровни заболеваемости, смертности, рождаемости, а также на формирование трудовых ресурсов страны. Однако решение всех указанных проблем может производиться только во взаимосвязи, комплексно. Здесь надо применить целостный междисциплинарный научный микроподход к изучению медико-демографических проблем в различных их аспектах. В результате должны быть вскрыты взаимосвязи между раз-

витием демографических процессов, социально-экономическими и социально-гигиеническими условиями жизни населения, состоянием его здоровья и развитием здравоохранения.

Для России с ее огромной территорией условия в различных регионах отличаются очень сильно. Это относится к социально-экономическим, этническим, культурно-историческим, природно-климатическим, экологическим и другим. Эти условия определяют специфику тенденций демографических процессов, уровень здоровья в регионах и в целом в стране.

Конкретно в России сложилась следующая демографическая ситуация. После переписи населения, проведенного в 1989 г., выяснилось, что в стране смертность превышает рождаемость. Самым высоким числом родившихся (2,5 млн.) было в 1987 г. В 1990 г. родилось на 20,5% меньше, а умерло на 8,1% больше. В 1992 г. по сравнению с 1991 г. родилось на 11,6% меньше, а умерло на 6,95% больше.

Численность населения России на начало 1998 г. составила 147,1 млн. человек. В начале 1999 г. численность населения снизилась до 146,3 млн. человек. По территории России население распределено так: 78% населения живет в европейской части страны, 22% — в азиатской (Западной и Восточной Сибири и на Дальнем Востоке). В городах проживает 73% всего населения России, а 27% — в сельской местности. На территории страны насчитывается 13 городов с численностью населения свыше 1 млн. человек. Мужчин — 47%, женщин — 53%. За период с 1992 по 1998 г. население страны уменьшилось на 1,6 млн. человек, а городское — почти на 2 млн. человек.

Численность населения уменьшается главным образом за счет естественной его убыли (депопуляция). Это происходит не только из-за снижения рождаемости, но и со значительным ростом смертности. Уровень смертности в 1997 г. по сравнению с 1991 г. увеличился на 21%. Число умерших в 1997 г. превысило число родившихся почти в 1,6 раза. Очень тревожно, что две трети общего прироста показателя смертности приходится на население в трудоспособном возрасте. Практически идет вырождение нации. Это вызвано не только обострением экологической и социально-экономической ситуации в стране, но и изменениями в структуре населения, в его воспроизводстве. Ведь в настоящий период естественный прирост населения является отрицательным.

Эта тенденция практически характерна для всех регионов России, везде имеет место устойчивая убыль населения страны. В 1997 г. в 22 регионах превышение числа умерших над числом родившихся сохранялось на уровне 2,0—2,7 раза (в масштабе всей страны это 1,6 раза). Такими крайне неблагополучными регионами являются территории Северо-западного, Центрального (кроме Москвы), Цен-

трально-Черноземного (кроме Белгородской области) районов, а также Нижегородская и Пензенская области. Дальнейшее снижение уровня рождаемости в 1997 г. отмечено в 78 субъектах Федерации. Незначительный прирост числа родившихся сохраняется только в Удмурдской Республике (на 3,8%), в Ненецком автономном округе (на 1,2%), в Республике Ингушетия (на 1,3%), Ханты-Мансийском автономном округе (на 1,2%), Ленинградской, Тюменской и Астраханской областях (на 0,3—0,8%). Но сохранение стабильно расширенного воспроизводства населения в нескольких регионах не может решить проблемы деградации населения всей остальной России.

Выше речь шла о естественном приросте населения — сколько рождается и сколько умирает. Но население любой страны зависит и от того, сколько людей уехало и сколько приехало на новое место жительства. Это определяет миграционный прирост. В 1997 г. миграционный прирост составил 365 тысяч человек. С 1990 по 1996 г. за счет миграции население России увеличилось на 3,3 млн. человек. В начале 1997 г. на территории России уже проживало 2,5 млн. беженцев и иммигрантов. Правда, только половина из них получила официальный статус вынужденных переселенцев. Остальное число беженцев — из бывших республик Средней Азии и Казахстана. Они составляют 70% от иммиграционного потока. Специалисты считают, что их количество будет ежегодно увеличиваться на 500 тысяч человек. Прогнозируют, что еще 100 тысяч человек ежегодно будет въезжать в Россию из других стран ближнего зарубежья. Надо ли говорить о том, что Россия должна быть заинтересована в притоке населения извне, тем более что это население является "нашим". Оно входило в единый этнос — "советский народ", и никакого значения не может иметь национальность как таковая. Конечно, прибывающему из-за рубежа населению надо организовать условия жизни. Но с ними надо поступать по принципу — не обеспечивать их рыбой, чтобы они кормились, а дать им удочку, чтобы они эту рыбу ловили сами. При наших просторах сделать это несложно, было бы желание. Но действовать надо не так, как действовали до сих пор. Создавалась программа, на которую выделялись деньги, а затем эти деньги растекались по карманам чиновников. Государство должно не создавать сотни программ (кормушек для чиновников разного уровня), а вкладывать народные деньги в строительство дорог, линий электропередач и вообще инфраструктуры. Государство, кроме этого, должно навести в стране элементарный порядок. Тот, кто вырастил урожай, должен без проблем его продать, не боясь рэкета и всех других поборов, которые душат работающего человека сейчас. Когда это будет сделано, наши земли перестанут зарастать сорняками. На них будут хозяйствовать счастливые

люди, которые независимо от национальности составят российский народ. Тогда беженцы не будут попрошайничать в разных городах, превращаясь в отбросы общества, а станут полноценными хозяевами на российской земле. Если каждый человек страны будет жить зажиточно и счастливо, то и государство будет сильным, устойчивым и стабильным. Вот в чем первоочередная задача руководства страны на данном этапе — создать нормальное, цивилизованное государство, искоренить ту раковую опухоль, которая разъедает все тело России и угрожает ее погубить. Эта опухоль наживы, открытого и скрытого грабежа, беспредела. Только решение этой задачи позволит решить все остальные, ввести развитие российского общества в нормальное русло.

Специалисты оценили, что России нужен иммиграционный приток населения не менее полумиллиона в год с тем, чтобы при самых благоприятных условиях к 2010 г. население страны вернулось к показателям 1990 г. и стало медленно увеличиваться. Но специалисты разных профилей утверждают и другое — что в настоящее время "эта потребность не осмыслена даже в общих чертах. В стране не разработана четкая иммиграционная политика". Мало того, существующая практика направлена на ограничение притока населения, даже когда речь идет о репатриации населения русской культуры, которое после распада Союза осталось за пределами России. Очень опасно, что во всех рассуждениях о будущем страны многозначительно и молчаливо подразумевается унаследованный от прошлого идеал миграционной "закрытости" страны. Эти реально действующие принципы учитывались Госкомстатом РФ, когда он спрогнозировал, что к 2010 г. миграция в Россию уменьшится в десять раз. Тут есть над чем подумать руководству страны.

Кстати, тут не надо изобретать деревянный велосипед. Для индустриально развитых стран — это обычная практика пополнения населения за счет иммиграции. Так решается проблема низкого естественного воспроизводства. Что же касается нашей страны, то по прогнозам специалистов в ближайшее время приток иммигрантов в Россию из государств СНГ, Балтии и дальнего зарубежья может составить более 3 млн. человек.

Важно не только общая численность населения страны, но и его распределение по территории всей страны. Желательно, чтобы это распределение было оптимальным с точки зрения производственной, экологической, социально-экономической, медицинской и т. п. Так, в настоящее время население европейской части России увеличивается за счет переселенцев из районов Севера. О проблемах Российского Севера мы скажем особо, поскольку от того, как мы решим эти проблемы, будет зависеть и будущее всей России. В центральную часть России переселяются и из Сибири и Даль-

него Востока. Народ уезжает с Севера, который дает 60% валютных поступлений страны. Руководство страны рубит сук, на котором сидит страна, и прекращает финансирование соответствующих предприятий. У него нет бумажных денег для того, чтобы добывать золото, и не только золото, но и никель, апатиты и практически все, что привел в порядок Менделеев.

При всем этом отъезд из страны не уменьшается. Максимальный отток за границу пришелся на 1990 г. Тогда он составил 103,6 тысячи человек. В последующие годы эмиграционный поток колеблется на уровне 100 тысяч отъезжающих в год. За последние 15 лет Россию покинуло не менее 2 млн. человек. Но существуют существенные ограничения в разных странах на въезд российских эмигрантов. Поэтому этот поток отъезжающих, видимо, не превысит 0,1% населения России в год.

Каковы же перспективы? Специалисты прогнозируют, что численность населения России будет сокращаться, по крайней мере, до середины этого столетия. Причина этого понятна — низкий уровень рождаемости и высокая смертность. Поэтому имеет смысл эти оба фактора рассмотреть, проанализировать подробнее. Ясно, что рождаемость зависит от многих факторов социально-экономического, демографического, медико-биологического, социально-гигиенического, социально-психологического, этнического, религиозного и культурного характера. Рождаемость за последние полвека менялась следующим образом. С конца 40-х до конца 50-х гг. имел место компенсаторный рост рождаемости из-за отложенных во время войны браков. Поэтому наблюдался более высокий уровень браков. В 50-е гг. рождаемость в целом по России была стабильной — 24,2—26,9%. В 1954—1959 гг. рождаемость находилась на уровне около 24%. В то время число детей, рожденных одной женщиной в течение жизни (в среднем), составило 2,63.

Уровень рождаемости начал резко снижаться в 60-е гг. С 1960 по 1969 г. число родившихся сократилось с 2782,4 до 1847,6 тысячи, общий коэффициент рождаемости снизился на 38,8%. В это время на одну женщину приходилось только 1,922 ребенка. Это были последствия второй мировой войны. Одновременно срабатывал и фактор внутрисемейного ограничения рождаемости. Низкая рождаемость в 60-е гг. сказалась через 20 лет — в 80-е гг.

Начиная с 1970 г. рождаемость в России стала увеличиваться. С 1970 по 1987 г. число родившихся увеличилось с 1903,7 до 2500,0 тысячи человек, то есть на 31,3%. В начале 80-х гг. произошли события, которые и сейчас влияют на рождаемость населения. Дело в том, что правительством были предприняты меры, стимулирующие рождаемость. В результате многие женщины реализовали свои планы досрочно, хотя репродуктивные планы большин-

ства женщин не изменились. Получилось так, что многие женщины формального возраста и имеющие 1—2 детей вышли из игры и не принимают участия в воспроизводстве населения. На этом фоне с 1987 г. началось падение рождаемости. Общее число родившихся в стране в 1993 г. сократилось на 45% по сравнению с 1987 г. В 1994 г. падение рождаемости приостановилось, но уже в 1995 г. уровень рождаемости понизился и продолжает снижаться до сих пор. Поскольку число умерших превышает число родившихся, то положение можно считать угрожающим. Уровень рождаемости в современной России является самым низким по сравнению с другими индустриальными странами. Проблема рождаемости в России усложняется продолжающимся снижением числа заключенных браков и увеличением числа разводов. За период 1991—1997 гг. число ежегодно регистрируемых браков в стране сократилось с 1277,2 тысяч до 928,4 тысяч. В 1997 г. на каждую тысячу браков пришлось 598 разводов.

В 1990 г. их было 424. Треть всех разведенных прожили семьей не более пяти лет. Результат этого печальный: в 90-е гг. из-за разводов около 3 млн. несовершеннолетних детей остались без одного из родителей.

Численность населения определяется не только рождаемостью, но и смертностью. За период с 1940 по 1950 г. общий коэффициент смертности в России снизился с 20,6 до 10,1 на 1000 населения, то есть на 51%. К 1960 г. он достиг самого минимального уровня за весь послевоенный период (7,4). Но с середины 60-х гг. кривая смертности поползла вверх. Интенсивность этого роста была невелика. Во второй половине 60-х и в 70-е гг. стали проявляться негативные явления: начала расти смертность и в младших возрастных группах. Это были главным образом мужчины трудоспособного возраста. Смерть наступала преимущественно от болезней системы кровообращения, а также от несчастных случаев, отравлений и травм. В России начался затяжной эпидемиологический кризис. Он блокировал снижение смертности. Специалисты считают, что весь период, начиная примерно с середины 60-х гг., стал для демографического развития страны временем стагнации и свидетельством глубокого кризиса системы здравоохранения.

В середине 60-х гг. положение со смертностью населения в России было не намного хуже, чем в развитых странах Запада. В России к 1970 г. младенческая смертность находилась на уровне 23,0 на 1000 родившихся живыми, в Германии 23,6, в Португалии — 55,5, а в 1990 г. в нашей стране она приблизилась к уровню 17,4, в то время как в Германии — 6,7, в Португалии — 10,9. Значительное улучшение положения произошло в результате мер по усилению борьбы с пьянством и алкоголизмом в мае 1985 г. Демографический эффект

этих мер был ощутимым. В последующие два года общая смертность в России стабилизировалась до 10,4 на 1000 населения. Но начиная с 1990 г. уровень смертности населения стал резко расти. Уже в 1994 г. коэффициент смертности по сравнению с 1991 г. увеличился на 37%. Именно начиная с 1991 г. впервые за послевоенный период смертность в России стала превышать рождаемость. В 1994 г. смертность достигла наибольшей величины — 15,7 на 1000 населения. Для сравнения укажем, что ни одна из развитых стран в настоящее время не достигает уровня смертности, который превышал бы 12,5 на 1000 населения.

Только в 1995 г. наметилась устойчивая тенденция к сокращению смертности населения. Стала уменьшаться смертность практически от всех причин: от несчастных случаев, от отравлений и травм, болезней системы кровообращения, органов дыхания и пищеварения. За два последующих года число умерших в России уменьшилось на 282,3 тысячи, что составляет 12,3%. Этот процесс охватил практически всю территорию России (74 субъекта РФ).

Специалисты стараются предсказать, как будут развиваться события в будущем, поскольку это во многом определяет будущее России. Прогнозируют, что к 2010 г. общая смертность может достичь 18,8 на 1000 населения. Это в 1,8 раза больше, чем было в конце 80-х годов.

Причины кризиса смертности понятны. Это развал прежнего государства, депрессия, неуверенность людей в своем будущем, очень плохое материальное положение большинства членов общества. Большинство испытывает стрессы из-за того, что условия жизни резко изменились (и не в лучшую сторону). Изменилось в корне и поведение людей. Рост преступности увеличился, вспыхнули межнациональные конфликты, появилось огромное количество беженцев и т. д.

В развитых странах, которые так кичатся своей развитостью, основа общества — семья — давно развалилась. Они не понимают, что находятся на краю гибели, и преподносят это даже как признак развития цивилизации. Но им давно пора говорить не о развитии, а об упадке, о закате цивилизации. У нас в стране развелось очень много недоучек (даже в ранге академиков), которые рады хаять все отечественное и превозносить все западное. Оказывается, мы не подняли страну из руин войны, не вытащили из феодализма Среднюю Азию, не поставили на ноги Прибалтику. Мы не дали в основе своей самую гуманную культуру. Мы не заботились о каждом ребенке и не делали больше всех остальных открытий в науке и технике. Все забылось. Слишком много "патриотов", которые на аркане тащат Россию в западный рай, не видя и не понимая, что там всех ожидает полный крах.

Эти горе-спецы готовы распад семьи в России истолковать как обычное явление. Обычное потому, что оно произошло и на Западе. А распад семьи в нашей стране вызван сугубо нашими проблемами. Он связан с разобщенностью членов семьи, которые оказались разбросанными по разным государствам СНГ и разным регионам России. Браки становятся нестабильными, падает рождаемость, малодетные семьи становятся преобладающими. Сюда прибавляется низкая культура внутрисемейных отношений, социальная распущенность и криминализация жизни. Поэтому и в России семья как социальный институт переживает острейший кризис. Но в России это положение можно и нужно менять. Процесс, в отличие от Запада, является обратимым. Надо, прежде всего, навести в стране элементарный порядок, дать возможность людям спокойно жить, работать и зарабатывать. Надо чем можно быстрее сократить разрыв между богатыми и бедными со 100 раз до 5—6 раз. Без этого России не будет. Вместо нее будет одна из латиноамериканских стран. И это будет не на время, а навсегда. Что же касается первоочередных мер, то надо немедленно сформулировать новую государственную политику преодоления дискриминации женщин. Надо создать правовой механизм, который на деле обеспечивал бы улучшение чрезвычайно тяжелого положения женщин в России.

Об экологических проблемах в России мы будем говорить отдельно. Здесь только скажем, что здоровье населения во многом зависит и от них, от качества окружающей среды, от того, какую воду мы пьем и какую пищу (в смысле экологии) мы едим. Факты по этой проблеме столь же печальны. Половина всего населения России употребляет воду, которая не соответствует гигиеническим требованиям. Это приводит, в частности, к возникновению вспышек дизентерии, вирусного гепатита А и других кишечных заболеваний. Не лучше обстоит дело с загрязненностью воздуха. В 150 городах России, в которых проживает около 40 млн. жителей, загрязнение воздуха, которым дышат эти жители, в 10 раз и более превышает предельно допустимые концентрации. И только 15% городских жителей проживает на территориях, где уровень загрязнения атмосферного воздуха приемлем, то есть находится в пределах гигиенических нормативов. Заболеваемость населения на загрязненных территориях значительно выше, чем на чистых территориях. Так, на загрязненных территориях уровни заболеваемости населения (особенно детей) болезнями органов дыхания выше средних по стране в 1,5 раза, болезнями крови и кроветворной системы — в 3,5 раза, мочевыделительной системы — в 2,8 раза, глаз — в 1,8 раза, болезнями кожи и подкожной клетчатки — в 3 раза, аллергическими заболеваниями и бронхиальной астмой — в 3—9 раз. Риск смерти от загрязнения воздуха близок к риску

смерти от хронического бронхита, от всех несчастных случаев и гибели в транспортных происшествиях, а также от убийств и самоубийств.

Очень тревожным является увеличение уровня смертности детей в возрасте до 4 лет. Эта тенденция проявилась в последние годы. Продолжает быстро расти смертность среди ветеранов войны и труда, пенсионеров и инвалидов. Собственно, увеличение смертности характерно для всех возрастов. Очень симптоматично, что имеет место повышенная смертность трудоспособного населения. Примерно одна треть всех умерших приходится на трудоспособный возраст. Смертность мужчин трудоспособного возраста в 4—6 раз выше, чем смертность женщин этого же возраста. Смертность в трудоспособном возрасте от года к году увеличивается. Так, если уровень общей смертности населения в целом с 1991 г. по 1997 г. увеличился в 1,2 раза, то у трудоспособных он увеличился в 1,4 раза. Самый опасный в смысле смертности является возраст 30—44 года. Это наиболее дееспособное в возрастном отношении население. За 1988—1996 гг. смертность в этой группе населения возросла более чем на 50%. Таким образом, смертность растет не за счет смертности пожилых, хотя она тоже вносит свой вклад. Больший вклад вносит смертность, которая обусловлена факторами социальной сферы.

Численность трудовых ресурсов страны уменьшается, поскольку смертность подростков растет, а контингент подростков, вступающих в рабочий возраст, уменьшается. На формирование и состав трудовых ресурсов страны так же отрицательно сказывается и высокая смертность населения трудоспособного возраста. Продолжительность трудоспособного периода у мужчин сократилась на 5 лет, у женщин — на 1 год.

Госкомстат Российской Федерации на основании статистических данных оценил развитие ситуации на будущее. По его оценкам, если сохранится современный повозрастной уровень смертности населения России, то примерно половина из нынешних поколений родившихся мальчиков и 25% из поколений 16-летних юношей не доживут до 60 лет. Положение в России кризисное, и наши показатели, как мы уже видели, несопоставимы с показателями "благополучных стран". Тем не менее мы их будем сопоставлять. Такое сопоставление показывает, что возрастная интенсивность смертности в России намного выше, чем в других индустриальных странах. Различие наиболее значительное в детских и молодых возрастных группах. Именно в этих возрастных группах влияние внешних факторов на смертность проявляется наиболее сильно. Так, в детских возрастных группах показатели смертности в России более чем в 2 раза выше, чем в других индустриальных странах. Но уже к 50-летнему возрасту эта разница сокращается до 40—60%. Но от

одних и тех же причин большая часть людей в России умирает в гораздо (!) более молодом возрасте, чем в развитых странах! Уровень смертности мужчин трудоспособного возраста в России превышает уровень их смертности в США, ФРГ, Франции, Японии, Великобритании в 2,5 раза. Для женщин трудоспособного возраста это превышение составляет 1,5 раза.

Мы уже говорили, что смертность связана также с пьянством и алкоголизмом. Добавим сюда еще следующее. С приходом (нашествием) демократии в страну хлынула наркомания и сильно увеличилось число курящих. Вся страна разрисована рекламой американских сигарет. В ногу идет и проституция. Все это не добавляет здоровья молодым. Что касается алкоголя, то в 90-е гг. среднедушевое потребление алкогольных напитков в России составило 6 л на одного человека (в пересчете на абсолютный алкоголь). Сейчас оно достигает 14,5 л. По заключению экспертов ВОЗ, 8 л — это то критическое количество, превышение которого вызывает необратимые генетические изменения. Каждый дополнительный литр алкоголя (свыше 8 л) увеличивает смертность населения страны на 65 тысяч человек, сокращая продолжительность жизни мужчин на 0,79 года, а женщин — на 0,34 года. Здесь речь идет о средних величинах.

В последнее время в России резко увеличилось употребление крепкоградусных напитков — водки и ликеро-водочных изделий. Уменьшилось потребление виноградного вина. В настоящее время оно составляет менее половины, а шампанского — половину от уровня конца 80-х гг. Процесс алкоголизации российского общества в настоящее время зашел очень далеко. Мы не только не пытаемся его приостановить, но позволяем на всю страну широкую рекламу — пропаганду алкоголизма. Это делается не в интересах российского народа, а только в интересах алкогольных компаний, явных и подпольных. Сейчас пьют не только взрослые, но и дети. Пьют везде и всегда. А потом убивают, насилуют и грабят. А государство молчит. Оно занято своими внутренними делами: делит портфели, переделяет собственность и иногда при посещении храмов крестится. Крестится в присутствии патриарха. И неудивительно — родная православная церковь также не хочет видеть трагедии всего происходящего, трагедии сотен тысяч бездомных детей. Им тоже некогда. Они очень заняты своими огромными доходами, которые, кстати, не облагаются налогами. А ситуация на самом деле печальная. Теперешние дети-алкоголики, наркоманы, дети, которых используют дельцы от детской проституции, — это наше будущее в прямом смысле, это Россия, которую мы будем иметь через 20—30 лет. Поэтому следовало бы больше говорить и думать не о той России, которую мы потеряли, а о той России, которую мы создаем. Никто другой, кроме нас, будущей России не создаст. А если

мы ее не создадим, то нам это не простится ни на земле, ни на небе. Есть такое понятие, как долг. Долг не в обывательском, а в другом, малообъяснимом смысле. Долг ведет людей в огонь, долг заставляет их отдавать жизнь за других. Таким высоким долгом вопреки всей мерзости обыденной жизни и живет, держится человечество. Можно не сомневаться, что Долг спасет Россию, но не сам по себе, а через нас, нашими и только нашими руками.

Но вернемся к проблемам здоровья и, в частности, смертности. Смертность растет намного быстрее среди городского населения, чем среди сельского. Социально и экологически это понятно. Любопытно, что у населения с более высоким образовательным статусом смертность ниже, чем у менее образованных. Кстати, лица, занятые преимущественно физическим трудом, особенно в сельском хозяйстве, умирают чаще других. Смертность в разных регионах различна. Особенно неблагоприятными являются северные регионы. Это треть России, очень важная треть, с нефтью, газом, никелем, апатитами, железом, рыбой и т. п. Поэтому проблемы Российского Севера мы рассмотрим отдельно.

Как мы видели, смертность мужчин значительно выше смертности женщин, тут причин много. Прежде всего — физиологические и генетические. В наше время к ним добавились социальные и экологические причины. Важную роль играет образ жизни, а точнее — нездоровый образ жизни.

В настоящее время в России уровень смертности определяется хроническими неэпидемическими заболеваниями, а также неестественной смертью. По последнему показателю Россия находится чуть ли не на первом месте в мире. Что же касается инфекционных и паразитарных заболеваний, то они постепенно снижались. По крайней мере, до 1991 г. Зато постепенно увеличивалась смертность от сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, в результате травматизма, болезней органов дыхания и пищеварения.

Высокий уровень смертности в России определяется главным образом болезнями системы кровообращения. За ними следуют новообразования, несчастные случаи, отравления и травмы, болезни органов дыхания. Больше половины всех умерших (54,6%) приходилось в 1997 году на болезни системы кровообращения. Эти заболевания увеличиваются от года к году. С 1989 по 1997 год показатель смертности от них увеличился с 599,4 до 751,1 на 100 тысяч населения. Другими словами, смертность от этих заболеваний увеличилась за указанный период на 25,3%. При этом число умерших увеличилось с 885,3 до 1100,3 тысячи человек, то есть почти в 1,2 раза. Количество новых случаев сердечно-сосудистых заболеваний увеличилось с 11200,0 в 1990 г. до 11418,1 в 1997 г. на 100 тысяч населения (на 10,2%). На эту причину смерти у мужчин приходится более

половины смертности, у женщин — около 65%. На долю смертности населения трудоспособного возраста приходится 15—17%. Надо иметь в виду опыт других развитых стран, который показывает, что уменьшение смертности от болезней органов кровообращения в средних и старших возрастных категориях является главной предпосылкой снижения общей смертности.

В сельской местности смертность от сердечно-сосудистых заболеваний выше, чем в городских условиях. Можно не сомневаться, что причиной этого является качество медицинской помощи на селе. Но эта разница в последние годы уменьшилась. Видимо, медицинская помощь не приходит во время и в городах. Смертность мужчин, страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями, в 1,6 раза выше, чем женщин. Заболеваемость сердечно-сосудистой системы и смертность от нее зависит от многих факторов. Это и условия труда и отдыха, и режим питания, и образ жизни, и качество окружающей среды, и социальные условия, и многое другое.

В последние годы в индустриальных странах мира смертность лиц в возрасте от 40 до 60 лет от сердечно-сосудистых заболеваний снижается. По данным Всемирной организации здравоохранения, смертность от сердечно-сосудистых заболеваний в 70—80-е гг. понизилась: в Японии у мужчин — на 36,4%, у женщин — на 41,8%; в США — на 28,4 и 30,4%; в Канаде — на 25,8 и 26,7%; в Бельгии — на 24,7 и 26,5%; во Франции — на 22,7 и 35,1%; в Финляндии — на 19,6 и 40,2%; в Англии и Уэльсе — на 16,7 и 19,6%; в ФРГ — на 11,2 и 21,9%; в Италии — на 8,0 и 27,9% соответственно.

Смертность от ишемической болезни сердца также существенно снизилась в разных странах. Это Япония, США, Канада, Бельгия, Финляндия и Франция. Во всех странах, кроме Франции, лучший результат у женщин. Эти успехи не случайны. Они являются результатом большой целенаправленной профилактической работы. Она была направлена на борьбу с вредными привычками, несбалансированным питанием, недостаточной физической активностью. Эта профилактическая работа была направлена также на выявление и лечение лиц с повышенными факторами риска.

Положение в России иное. Начиная еще с 1970 г. смертность взрослого населения от сердечно-сосудистых заболеваний увеличивается. В настоящее время эта смертность в 2—4 раза выше, чем в указанных индустриальных странах.

Далее следует заболеваемость новообразованиями и смертность от нее. За период с 1990 по 1997 г. она выросла на 10,4%. В 1993 г. произошли принципиальные изменения. Смертность от новообразований переместилась со второго на третье место. На второе место вышла смертность от несчастных случаев, отравлений и травм. Эта смертность резко повысилась в начале 90-х гг.

Что касается смертности от новообразований, то она выше в городе, чем на селе. У мужчин это смертность в 2,2 раза выше, чем у женщин. У мужчин наиболее часто развиваются новообразования в желудке и легких, а у женщин — в желудке, молочной железе, легких и матке. Сильно увеличилась смертность от рака органов дыхания. Она больше у мужчин, чем у женщин.

От года к году смертность от злокачественных новообразований в России все больше и больше превышает смертность в индустриальных странах. Тут действуют два фактора. С одной стороны, эта смертность в России от года к году растет. С другой стороны, в странах Европы она снижается. Поэтому разрыв увеличивается вдвойне. Основными причинами рака легкого являются курение, загрязнение окружающей среды и влияние неблагоприятных условий труда.

Для России важной проблемой является высокая смертность (она продолжает расти) от неестественных причин. Это несчастные случаи, отравления, травмы. В 1995 г. эта смертность составляла 16,8%, в 1996 г. — 14,8%, в 1997 г. — 13,6%. Эти причины являются основными в смертности в молодых и трудоспособных возрастах. В 1994 г. от этих причин погибло 368,4 тысячи человек. Это вдвое больше, чем в 1987 г. За последующие после 1994 г. годы эта смертность постепенно снижалась. Смертность мужчин от этих причин более чем в 4 раза превысила смертность женщин. Смертность от неестественных причин усугубляется ростом насилия в обществе, неадекватностью мер безопасности в области профессиональной гигиены, а также психологического стресса, вызванного углублением социально-экономического кризиса и резким падением жизненного уровня населения. Темпы прироста смертности от этих причин значительно выше, чем от болезней системы кровообращения, органов дыхания и пищеварения, новообразований. Особо важно, что около 75% умерших от несчастных случаев, отравлений и травм приходится на долю лиц трудоспособного возраста.

Смертность от травм и отравлений детей, начиная с 2—3 летнего возраста, в некоторых регионах страны вышла на первое место. Это, прежде всего, потому, что сейчас не проводится практически никакой профилактики травм и отравлений и детского травматизма.

Россия занимает одной из первых мест в мире по росту суицида. Рост числа самоубийств начался в 90-х гг. В 1990—1997 гг. их число увеличилось с 26,4 до 37,6 на 100 тысяч населения. Самоубийство является одной из главных причин смерти подростков и лиц молодого возраста. Смертность мужчин от самоубийств в 5 раз выше, чем женщин. За период 1990—1997 гг. число умерших от убийств увеличилось почти в два раза. На самоубийства приходит-

ся более пятой части от общего числа погибших от неестественных причин. Россия по самоубийствам вышла на третье место в мире.

За период реформ резко увеличилось число умерших от причин, которые связаны с употреблением алкоголя. Это отравление алкоголем, хронический алкоголизм, алкогольный психоз, алкогольный цирроз печени. В середине 90-х гг. 78% из умерших по этим причинам составляли мужчины. 66% из всех умерших были мужчины в трудоспособном возрасте. Государство самоустранилось от этой проблемы (как и от многих других). Контроль над качеством спиртного не проводится, монополия государства на производство алкогольных напитков не проводится в жизнь, свобода личности воспринимается своеобразно — делаю, что хочу, а общество пусть расхлебывает все последствия моих действий. Результат всего этого очень печальный. В результате отравлений алкоголем в 1994 г. скончалось 53 тысяч человек, в 1997 г. — 28 тысяч человек.

Очень плохая ситуация и со смертностью населения от непроизводственного и производственного травматизма. Очень значительные потери населения, вызванные дорожно-транспортными происшествиями. Ежегодно в дорожно-транспортных происшествиях погибает около 37 тысяч человек. Это на 63% больше, чем в 1985 г. Часть людей погибает, а часть становится инвалидами. Конечно, это мировая проблема. По данным Всемирной организации здравоохранения, в результате несчастных случаев и катастроф в мире ежегодно погибает более 3,5 млн. человек и почти 2 млн. пострадавших лиц становится инвалидами. Кстати, и во многих развивающихся странах смертность и потери трудоспособности вследствие дорожно-транспортных происшествий продолжают расти.

По уровню травматизма с летальным исходом Россия выделяется среди экономически развитых стран. Для сравнения укажем, что смертность от производственного травматизма на 1000 работающих к середине 90-х гг. составляла в Великобритании 0,16, Японии — 0,020, Дании — 0,030, Швеции — 0,035, США — 0,054, Канаде — 0,075, ФРГ — 0,080. В России в 90-е гг. показатели смертности от производственного травматизма в основном стабилизировались на уровне 0,128—0,133 на 1000 работающих. Число случаев травматизма с летальным исходом сократилось с 8393 в 1990 г. до 6770 в 1994 г. Надо учитывать падение производства. Одновременно снижается трудовая и технологическая дисциплина. Играет основную роль и изношенность основных фондов, отсутствие средств индивидуальной защиты. Около 40% травм имеют алкогольное происхождение.

За период реформ увеличилось и число пострадавших от профессиональных заболеваний. Из общего числа профзаболеваний

более 90% относятся к хроническим. Они сопровождаются, как правило, утратой профессиональной трудоспособности. В 1996 г. число лиц, впервые признанных инвалидами в результате травм, составило 6000. Это равно 5,2 в расчете на 10 тысяч населения. В индустриальных странах Европы удельный вес числа смертей по причине несчастных случаев, отравлений и травм колеблется от 4 до 8%. В России же смертность от несчастных случаев, отравлений и травм как комплексной социальной причины в 3—5 раз выше по сравнению с другими индустриальными странами, а по сравнению с Великобританией — более чем в 7 раз. Смертность от несчастных случаев, отравлений и травм имеет исключительно социальное происхождение. При этом умирают физически и психически здоровые люди. Причинами смерти являются автопроисшествия, технологические и экологические катастрофы, алкоголизм и наркомания, преступные действия. Существенно увеличилось число инфекционных заболеваний и в результате них — смертности. Из-за ухудшения условий жизни произошло ослабление иммунной защиты населения.

Подобная картина наблюдается и по отношению к другим заболеваниям. Так, за период с 1990 г. по 1995 г. смертность от болезней органов пищеварения возросла с 28,7 до 46,1, инфекционных и паразитарных болезней — с 12,1 до 20,7, сахарного диабета — с 6,3 до 10,1, психических расстройств — с 2,5 до 10,2, болезней нервной системы и органов чувств — с 7,0 до 11,3, болезней мочеполовой системы с 11,4 до 12,3, болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани — с 1,4 до 1,6.

Одновременно растут заболевания с временной и стойкой утратой трудоспособности (во всех возрастных группах). При этом увеличивается частота не только сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, бактериальные и вирусные инфекции — туберкулез, дифтерия, корь, гепатиты, клещевые энцефалиты, венерические болезни, туляримия, другие зоонозы. Широкое распространение получили чесотка и вшивость, гнойно-септические заболевания.

Почти половина потерь трудового потенциала России в 90-е гг. приходится на долю травм и отравлений. Сейчас средний возраст смертности мужчин трудоспособного возраста составляет около 45 лет, женщин — 47 лет, в том числе от неестественных причин — 39 и 41 год соответственно. Со смертностью в трудоспособном возрасте неизбежно связана рождаемость. Поскольку рождаемость снижается, то происходит старение общества. Вторая причина смерти в трудоспособном возрасте — это болезни системы кровообращения. За годы реформ смертность от сердечно-сосудистых заболеваний обоих полов почти удвоилась. Но при этом смертность мужчин

почти в 5 раз превышает смертность женщин. Мужчины примерно в 2,5 раза чаще умирают и от новообразований, болезней органов дыхания (более чем в 6 раз), болезней органов пищеварения (более, чем в 3 раза), инфекционных и паразитарных болезней (в 6,5 раза), а также самоубийств (в 7,5 раза) и случайных отравлений алкоголем (в 4,5 раза). Смертность мужчин трудоспособного возраста от инфаркта миокарда и туберкулеза больше, чем у женщин, в 6 раз. В сельской местности смертность мужчин трудоспособного возраста на 30% выше, чем в городской местности, а от неестественных причин — на 20%.

Можно подытожить, что за годы реформ число умерших существенно увеличилось от разных причин. Ясно, что это вызвано углублением социально-экономических и экологических кризисов и массовым обнищанием населения. Смертность растет не только за счет заболеваемости, но и из-за травматизма, несчастных случаев, убийств, самоубийств. Это составляет почти половину потерь нации с точки зрения недожитых лет.

Смертности мы уделили значительное место потому, что именно она будет во многом определять характер, содержание и глубину демографического кризиса в стране. Но необходимо хотя бы кратко обсудить проблему младенческой смертности. Уровень и тенденции младенческой смертности во многом отражают социально-экономическое развитие общества и его социальную политику. Собственно, младенческая смертность — это один из наиболее чувствительных индикаторов социальных условий жизни населения. Она свидетельствует об эффективности социального законодательства, а также деятельности служб здравоохранения. По поводу младенческой смертности ученый сказал так: “Коэффициенту детской смертности можно по справедливости отвести первое место среди многочисленного ряда как санитарных, так и экономических показателей, которыми пытались определить степень высоты социальной культуры для данной страны. Во всем сложном комплексе народной патологии вряд ли есть иное социально-патологическое явление, которое по своему внутреннему содержанию и глубокому влиянию на многие стороны народного санитарного быта и народной экономики заслуживало бы пристального и углубленного внимания, чем проблема детской смертности”.

Младенческая смертность в России изменялась следующим образом. С 1950 по 1960 г. она уменьшилась на 58,6%. В последующие годы она продолжала снижаться, но уже медленнее. С 1972 по 1976 г. младенческая смертность стала расти. Так, если в 1971 г. уровень младенческой смертности снизился до 71,2, то в 1976 г. он вырос до 25,0 на 1000 родившихся живыми. В 1976 г. уровень младенческой смертности повысился, хотя во всех развитых странах он постепен-

но снижался. Но после 1977 г. и до 1990 г. младенческая смертность снижалась. В годы реформ, естественно, младенческая смертность значительно увеличилась. Сейчас в России не доживает до года 2—2,5 раза больше новорожденных, чем в США или Германии. В Японии, Финляндии, Швеции, Норвегии, Канаде и Швейцарии показатель младенческой смертности составляет 4,5—6,4 на 1000 родившихся живыми. В России в 1993 г. он составлял 19,9 на 1000 родившихся живыми. Сейчас этот показатель составляет 24—25 на 1000 родившихся живыми. Этот показатель в разных регионах страны различный. Так, в Эвенкийском автономном округе он равен 52,8 (1997 г.).

Уровень младенческой смертности зависит во многом от качества и своевременности медицинской помощи детям, а также от организации противоэпидемиологических мероприятий. С началом реформ роль профилактики значительно снизилась. В 1993 г. смерть 5,8 тысячи младенцев (это составляет 21% от общего числа умерших на первом году жизни) наступила вне медицинского учреждения или в первые часы после поступления в стационар.

Важным показателем положения общества является материнская смертность. Показатель материнской смертности в мире колеблется примерно от 420 в менее развитых странах до 27 на 100 тысяч родившихся живыми в индустриальных странах. В Европе показатель материнской смертности равен в среднем 36,0. Но в разных странах Европы он разный: в Северной Европе — 11,0, в Южной — 15,0, в Восточной Европе — 23,0. В Канаде, Австралии, Японии и США эти показатели колеблются от 6,0 до 18,0.

Для России материнская смертность является острейшей проблемой. За период 1970 по 1990 г. ее уровень снизился с 105,6 до 47,4 на 100 тысяч родившихся живыми. В 1997 г. материнская смертность составила 50,2 на 100 тысяч родившихся живыми. Показатели материнской смертности в России в 8—10 раз выше, чем в индустриальных странах. Ни в одной стране мира не умирает такое число женщин от внебольничных абортов, токсикозов и кровотечений. По заключению экспертов, в 60% случаев смерть матери можно было бы предотвратить. Ясно, что это зависит от многих условий: уровня акушерской помощи, квалификации медицинских кадров, санитарной культуры населения, обеспеченности врачебными кадрами и т. п.

За период реформ, то есть в 90-е гг., быстро стала уменьшаться ожидаемая продолжительность жизни при рождении. Специалисты широко используют этот показатель и для краткости обозначают аббревиатурно — ОПЖ. Дело в том, что этот показатель лучше, чем смертность, отражает изменения в здоровье населения. Он рельефно высвечивает разницу в состоянии здоровья мужчин и женщин.

История такова. В 1965—1966 гг. ожидаемая продолжительность жизни увеличилась. Но в последующие годы происходило длительное укорочение ожидаемой продолжительности жизни, особенно заметное у мужчин. Такой спад длился до начала 80-х гг. В 1979—1980 гг. ОПЖ в России составляла всего 61,5 года у мужчин и 73,0 — у женщин. Поразительно, что для мужчин, проживающих в сельской местности, эта ожидаемая продолжительность жизни в 1977—1978 гг. составляла всего 57,7 года. Причин этого было несколько. Это главным образом смертность от травм и отравлений в молодых и средних возрастных группах. Внесла свой вклад и смертность от болезней системы кровообращения в средних возрастах. Не надо забывать, что мужчины трудоспособных возрастов умирали (и умирают) из-за алкоголизации мужского населения России. Кстати, горбачевская борьба с алкоголизмом дала свои плоды — смертность за эти годы значительно уменьшилась.

За период с 1987 по 1994 г. продолжительность жизни сократилась для мужчин на 6,6 года (она упала до 58,3), а у женщин — на 3,3 года (стала составлять 71,3 года). Получается, что мужчины не доживают до пенсии. Это, конечно, в среднем. До 60 лет доживают только около 70% мужчин в городе и около 60% на селе. За весь послевоенный период такого не было. Но в 1998 г. ожидаемая продолжительность жизни для мужчин увеличилась до 61 года, а женщин — до 73,1 года. Специалисты прогнозируют, что через десять лет (к 2010 г.) средняя для мужчин и женщин продолжительность жизни (ожидаемая при рождении) составит не более 69,2 года. В 1998 г. она была равна 66,9 года.

На селе в этом плане дела хуже из-за сплошного алкоголизма. С ним связаны отравления, травмы и другие несчастные случаи. Сейчас обоснованно все говорят о сверхсмертности мужчин. Мужчины все раньше и раньше уходят из жизни, чем женщины. Цифра в 13 лет о чем-то говорит. Такого разрыва нет ни в одной стране, кроме России. Медицинская статистика говорит о том, что у мужчин раньше начинает прогрессировать атеросклероз, раньше возникают грубые нарушения кровоснабжения сердца и мозга.

Положение в индустриальных странах значительно лучше. У них ожидаемая продолжительность жизни мужчин на 14—18 лет больше, чем в России. Для женщин она больше на 7—13 лет. Япония среди этих стран в этом вопросе лидирует. Там ожидаемая продолжительность жизни при рождении для мужчин равна 76,3 года, а для женщин — 83 года. В странах СНГ и Балтии положение в этом плане лучше, чем в России.

Как можно улучшить положение? Надо делать общеизвестные вещи, о которых забыли — проводить социальную и медицинскую профилактику, организовать борьбу с бытовым, производствен-

ным и автотранспортным травматизмом, вспомнить о борьбе с алкоголизмом (сухой закон вводить не обязательно), пьянством, курением, наркоманией. Надо поставить на должную высоту медицинское обслуживание, тогда, в частности, уменьшится младенческая смертность и вообще смертность.

Нынешнее положение можно перевести на язык экономики. Специалисты подсчитали, что если бы уровни смертности в России соответствовали западным, то смертность мужчин во всех возрастных группах до 65 лет привела бы в середине 90-х годов к потере 3,2 млн. человеко-лет трудовой активности. Фактические потери в России составили 12,9 млн. человеко-лет. Это в 4 раза, или на 9,7 млн. больше. В России решили сократить расходы на здоровье населения — отказались от бесплатной медицинской помощи. И что? Разбазарили один из основных источников роста богатства российского общества, каким являются трудовые ресурсы.

Проблему надо (и придется) решать только комплексно. Иначе России не поднять, несмотря на оптимистичные макроэкономические показатели. Прежде всего надо поднять жизненный уровень населения, провести серьезные (но правильные) преобразования в системе здравоохранения. Необходимо улучшить качество окружающей среды, создать оптимальные условия производственной и бытовой среды, способствовать формированию здорового образа жизни. Кроме того, необходимо эффективно осуществлять профилактику сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, травматизма, болезней органов дыхания и других распространенных заболеваний.

Что же касается мужчин, то здесь актуальным является сокращение преждевременной смертности от болезней системы кровообращения, несчастных случаев, отравлений и травм. Для женщин самой актуальной является проблема заболеваний системы кровообращения. Так что пути решения проблемы ясны. Но для этого нужны не только деньги, но и понимание. Нельзя бесконечно отдавать руководство здравоохранения страны военным хирургам только исходя из принципа — ты мне друг. Надо с этим кончать. Надо думать о стране.

Подведем главные итоги относительно кризисного положения со здоровьем населения и приведем основные результаты исследований специалистов того, как из этого кризиса можно и надо выбраться.

Прежде всего, надо предпринимать усилия для того, чтобы уменьшить младенческую смертность. Никто не сомневается, что тут больше возможности, поскольку многие проблемы социальной и медицинской профилактики и лечения детей в стране не решаются на том уровне, который необходим и который возможен даже

в теперешних нелегких условиях. Обычно высокая рождаемость компенсирует высокую младенческую смертность. Но у нас плохо не только со смертностью, но и с рождаемостью. Более того, происходит ухудшение показателей здоровья каждого последующего поколения. В результате снижается качество человеческого потенциала всей российской нации на длительную перспективу. Полноценность новорожденных от года к году снижается, причем эти проблемы перемещаются со старших возрастных групп в более младшие. Это несовместимо с естественным процессом жизни.

Что касается прогнозов специалистов, то они вполне обоснованно считают, что быстро положение выправить не удастся. По последним прогнозным расчетам Госкомстата России, в последующие годы негативные характеристики в естественном движении населения сохранятся. Общая рождаемость по этим прогнозам остается весьма низкой. Общая смертность под влиянием процесса старения населения практически не изменится. Полагают, что миграционный приток в Россию может не компенсировать потерь от естественной убыли и сокращения численности населения России.

Это только прогноз. Понятно, как прогнозы составляются. При таких прогностических расчетах обязательно надо учитывать, как будет меняться положение в стране, и не только социально-экономическое. А тут предсказывать, прогнозировать трудно. Поэтому рассматривают разные варианты, разные сценарии развития России, всех сторон этого развития.

Один из вариантов — пессимистический, при котором специалисты рассматривают развитие событий в том случае, если кризис в стране будет продолжаться. В этом случае рождаемость стабилизируется на очень низком уровне. В этом случае ожидаемая продолжительность жизни к 2010 году может снизиться до 63 лет. Общая смертность в этом пессимистическом варианте будет расти в течение всего этого периода.

Мы уверены, что реализуется оптимистический вариант, что кризисные явления последних лет удастся достаточно быстро поставить под контроль. В этом случае смертность уменьшится и к 2010 г. ожидаемая продолжительность жизни достигнет 69 лет. Общий коэффициент смертности за этот период будет постепенно снижаться, а рождаемость восстановится, то есть достигнет докризисного уровня. Все это создает условия для плавного перехода России к новому этапу демографического развития.

Специалисты рассчитали и некоторый промежуточный вариант, при котором предполагается медленный выход из экономического кризиса. В этом варианте стабилизация смертности ожидается в период 2000—2005 гг. Ожидаемая продолжительность жизни составит 65 лет, а к 2010 г. увеличится до 66 лет (для мужчин до 59,7 года, для

женщин — до 73,1 года). В этом варианте из-за старения населения в ближайшие 10 лет число умерших и общий коэффициент смертности будут расти. Численность населения России будет уменьшаться. За период 1996—2010 гг. население уменьшится на 7,3 млн. человек. К 2010 г. население страны не достигнет уровня 1990 г.

Если (по среднему варианту) рождаемость будет падать, а детская смертность сохранится высокой, то будет продолжаться формирование неблагоприятной возрастной структуры населения. Это значит, что детей и подростков станет меньше, чем пенсионеров. Доля детей и подростков до 15 лет в 2010 г. составит по среднему варианту только 18% от общей численности населения. При этом лиц старше трудоспособного возраста будет 21%. Пессимистический вариант дает цифры еще хуже — 15 и 22%. По оптимистическому варианту цифры почти сближаются: 20 и 21%.

Это соотношение крайне важно, поскольку молодые должны кормить пожилых. Специалисты это называют "демографической нагрузкой". Конечно, речь идет о соотношении числа лиц трудоспособного возраста к числу пенсионеров. Но дети и подростки перейдут в тот возраст, на который придется основная нагрузка. Прогноз по среднему варианту показывает, что к 2005 г. на 1000 трудоспособных будет приходиться 605 лиц нетрудоспособного возраста: 286 детей и 319 пенсионеров. В 1995 г. эти цифры были на 1000 трудоспособных 752 иждивенца, из них 394 детей и 358 пенсионеров. Но и после 2005 г. "демографическая нагрузка" будет продолжать расти. К 2010 г. на 1000 трудоспособных будет приходиться 296 детей и 349 пенсионеров. По пессимистическому варианту прогноза в 2010 г. на 1000 лиц трудоспособного возраста будет приходиться 241 детей и 343 пенсионера.

Естественно, что ухудшится и соотношение численности мужчин и женщин в России. Количество браков уменьшится, поскольку смертность мужчин намного выше, чем женщин. По среднему варианту к 2010 г. ожидаемая продолжительность жизни мужчин будет на целых 13,4 года меньше, чем женщин. Собственно, этот разрыв имеется и сейчас. По пессимистическому варианту этот разрыв к 2010 г. достигнет 15,6 лет, а по оптимистическому он уменьшится до 11,3 года.

Демография — это не просто демография. Это главный фактор, определяющий развитие общества. Если проблема демографии в России не решится, то она будет оказывать дестабилизирующее воздействие и на экономику и на социальную сферу, включая здравоохранение. Руководство страны обязано в кратчайшие сроки разработать и реализовать унифицированную межекториальную общенациональную программу защиты и улучшения здоровья населения. Программа должна исходить из реальных условий и быть направлена на дело, на решение проблемы, а не на подкормку чиновников и давно перестав-

ших работать государственных структур. У нас должна быть приоритетно-социальная и медико-демографическая ориентация применительно к реальным современным условиям в России. Разработка и выполнение этой программы реально возможна в том случае, если будут объединены усилия специалистов разных направлений. Важно исследовать механизмы воздействия на медико-демографические процессы, их регулирование применительно к современному развитию общества. И вообще, надо глубоко исследовать весь комплекс последствий кризисных тенденций демографического развития страны и ее регионов для личности, семьи и общества, поскольку в России еще долго их последствия будут давать о себе знать. Принципиально важно, чтобы все принимаемые руководством страны решения сопровождались проведением научной демографической экспертизы всех принимаемых решений как социально-экономического, так и правового характера, которые призваны решать проблему защиты и поддержки тех или иных групп населения, а также для выявления приоритетов их финансирования.

* * *

В последующих двух параграфах использованы результаты научных исследований, выполненных в Институте организации здравоохранения РАМН (директор акадамек РАМН О. П. Щепин).

СТРАТЕГИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Стратегия устойчивого развития направлена на обеспечение сбалансированного решения задач, сохранения благоприятной окружающей среды и природно-ресурсного потенциала в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений людей.

Необходимость перехода к новой стратегии развития общества обусловлена теми условиями, в которых оказалось общество в настоящее время. За последние сто лет произошли кардинальные изменения. Численность населения Земли увеличилось в 3,1 раза. Валовой мировой продукт возрос почти в 350 раз. Объем потребления пресной воды увеличился в 11 раз. Площадь пахотных земель возросла в 2 раза. Все это дало свои отрицательные результаты. Прирост площади пустынь составил 156 млн. га. Площадь заселенных территорий уменьшилась на 7,5 млн. кв. км (из них 2 млн. кв. км было потеряно за два последних десятилетия). Число видов растений и животных сократилось на одну пятую часть.

Хозяйственная подсистема сейчас уже занимает 63% поверхности суши. Человеческая цивилизация потребляет до 40% чистой

первичной продукции биосферы. Только 10% используется непосредственно на потребление, тогда как 30% просто разрушается. Кардинально нарушен естественный круговорот биогенных веществ в биосфере. Естественный механизм кругооборота оказался сломанным. Все это свидетельствует о том, что человек своей деятельностью уже превышает экологический предел — допустимый порог возмущения биосферы Земли.

Об этом свидетельствуют быстрые изменения концентрации биогенных веществ во всех природных средах, а также исчезновение целого ряда биологических видов. В новых условиях возобновляемые ресурсы перестали естественно воспроизводиться в прежнем виде. Поэтому приходится затрачивать все больше средств на стабилизацию окружающей среды и ее реабилитацию в локальных масштабах. Генеральная ассамблея ООН признала, что глобальная экологическая ситуация продолжает ухудшаться.

Принесенные природой колоссальные жертвы не решили социальных проблем человечества. Картина в глобальном масштабе безрадостная. Число голодающих в мире растет. Сейчас оно оценивается цифрой в 1,3 млрд. человек. Разрыв между богатыми и бедными странами и людьми катастрофически растет. В то же время даже развитые страны не в состоянии справиться с высокой безработицей. Борьба за ресурсы приводит к скрытым и открытым конфликтам. В результате увеличивается число беженцев, которые вынуждены покидать родные места. Причинами этого являются не только военные конфликты, но и экологические условия. Так экологические проблемы переплетаются с социальными. Собственно, можно говорить о разрастающемся эколого-социальном кризисе. Выйти из него можно только путем кардинального пересмотра незыблемых ранее представлений в экономической, социальной, экологической и нравственно-этической сферах. Эти представления должны быть строго согласованы с объективными законами развития биосферы и со всеми вытекающими отсюда ограничениями и запретами.

К настоящему времени сформировались три ареала дестабилизации окружающей среды. Это Североамериканский (США, Канада, Мексика), Европейский и Юго-Восточно-Азиатский ареалы, или центры. На этих ареалах практически уничтожены естественные экосистемы. Из них поступает основная масса загрязнений. По одной третьей всех загрязнений дают Североамериканский и Европейский ареалы. Одну шестую дает Юго-Восточно-Азиатский ареал. Но в этом ареале масса загрязнений от года к году быстро увеличивается.

В противовес ареалам — загрязнителям действуют ареалы стабилизации окружающей среды. Это территория из сплошных массивов с ненарушенными или слабонарушенными экосистемами.

В северном полушарии таким стабилизирующим ареалом являются Канада и Россия. Что касается России, то это относится к ее азиатской части и к северному региону. В южном полушарии это Амазония и значительная часть Австралии. Мировой океан пока что остается естественной экосистемой.

В России 25% площади, что составляет 11 млн. кв. км., занимают сохранившиеся массивы ненарушенных экосистем. Однако 15% территории России находится в экологически неблагоприятном положении. По площади это больше Центральной и Западной Европы. Тревожит и то, что удельные показатели нарушений окружающей среды на душу населения и на единицу валового внутреннего продукта в России являются одними из самых высоких в мире.

Новая стратегия развития общества, стратегия устойчивого развития должна быть такой, чтобы она позволила разрешить целый клубок противоречий, которые обострились к настоящему времени. Это противоречия между природой и обществом, между развитыми и развивающимися странами, между глобальными требованиями перехода к устойчивому развитию и национальными интересами, между настоящим и будущими поколениями, между существующими стереотипами поведения людей и их разумными потребностями и интересами и т. д. Стратегия устойчивого развития общества должна обеспечить целенаправленную самоориентацию общества в экологической, социальной и экономической сферах. Это значит, что показателями устойчивого развития должны быть экономическая эффективность, экологическая безопасность и социальная справедливость.

Базисом стратегии устойчивого развития должно быть создание такой экономики в глобальном масштабе, которая не выходила бы за пределы хозяйственной емкости экосистемы, емкости всей биосферы. При этом должна обеспечиваться безопасность в любой сфере деятельности общества и государства, в том числе и экологическая безопасность. Под экологической безопасностью понимается состояние защищенности личности, общества, государства и природы от тех угроз, которые возникают в результате антропогенных воздействий на окружающую природную среду. Экологическая безопасность — это не только защита окружающей природной среды (атмосферного воздуха и околоземного пространства, водных объектов, недр, земельных и лесных ресурсов, ландшафтов, растительного и животного мира) от угроз, возникающих в результате воздействия на окружающую среду, но и защита жизни, здоровья и условий жизнедеятельности человека, защита общества, его материальных и духовных ценностей. Если государство реализует стратегию устойчивого развития, то оно должно обеспечивать экологическую безопасность, прежде всего и в обязательном порядке. Это

значит, что государство должно жестко регламентировать любую хозяйственную и иную деятельность, которая оказывает прямое или косвенное воздействие на окружающую природную среду. Для достижения устойчивого развития экономика должна быть изменена так, чтобы достичь оптимальных объемов производства при минимальных затратах природных ресурсов. Чтобы реализовать на практике принцип устойчивого развития, необходимо кардинально изменить духовно-нравственные и морально-этические принципы развития личности. Другими словами, надо кардинально изменить поведенческие стереотипы. Без духовности и высокой нравственности нельзя надеяться на переход общества к устойчивому развитию. Конечная цель устойчивого развития общества состоит не только в сохранении биосферы и в обеспечении ее способности компенсировать антропогенные возмущения, но и в обеспечении роста качества жизни и повышении духовного потенциала людей.

Устойчивое развитие общества может быть достигнуто только в глобальном масштабе. Однако путь и темпы перехода к устойчивому развитию в каждой стране свои. Они различаются не только в разных странах, но и в разных регионах одной страны. Стратегия устойчивого развития страны (или отдельного региона страны, например, Севера России) разрабатывается и осуществляется поэтапно. Так, для России на первом этапе перехода к устойчивому развитию важно, прежде всего, преодолеть экономический и структурный кризис. Надо при этом не только стабилизировать экологическую обстановку в стране, но и улучшить ее в наиболее неблагополучных регионах. Эта задача очень сложная, поскольку мы отстали на несколько десятилетий от развитых стран с рыночной системой. Они уже в 1970-е годы начали осуществлять плановый переход к ресурсосберегающей экономике и стали налаживать экологически безопасное производство. России от СССР осталась "грязная" природозатратная экономика. Ее необходимо трансформировать в высокоэффективную экономику на базе современных экологически безопасных технологий. Именно этот принцип заложен в программах развития России до 2000 и 2005 годов. Эти программы предусматривают решение проблем в социальной сфере, развитие высокоэффективных производств, малого и среднего предпринимательства. В программах сделан упор на отказ от затратных, медленно окупающихся проектов, от социального и политического прожектерства. Указанные задачи должны быть решены на первом этапе, то есть в краткосрочной перспективе.

На втором этапе стратегической целью устойчивого развития России должно быть создание эффективной социально и экологически ориентированной экономики. Она должна обеспечивать достойный уровень жизни людей, экологическую чистоту и конкурен-

тную способность продукции, гибкость и быструю адаптацию к изменениям рыночной конъюнктуры. Эта новая экономика должна функционировать в пределах хозяйственной емкости экосистем. В целях сохранения экосистем нетронутыми экономическое развитие должно обеспечиваться по возможности ориентацией производства на староосвоенных территориях.

Сохранение и восстановление естественных экосистем является целью стратегии устойчивого развития. Для этого необходимо улучшать качество окружающей среды, снижать сбросы и выбросы вредных веществ в водные объекты и в атмосферу, сокращать образуемую массу твердых и жидких отходов (особенно токсичных), организовать их переработку и утилизацию.

Все это должно быть сделано в интересах человека, в интересах всех людей на Земле. Целью станет достижение научно-обоснованных параметров качества жизни людей, увеличение средней продолжительности жизни населения. Для этого надо будет улучшить среду обитания человека, развить его социальную активность, сделать более рациональными масштабы и структуру личного потребления. При этом необходимо обеспечить равные возможности в получении образования и медицинской помощи. Должна быть обеспечена социальная защита престарелых, инвалидов и других социально уязвимых групп населения.

Для того, чтобы достичь указанных целей, необходимо решить вопросы непротиворечивого сочетания локальных, региональных и федеральных действий. Это крайне важно в условиях российского федерализма. Должна быть обеспечена координация и сотрудничество в решении экономических, социальных, экологических и других проблем. На этом этапе реализации стратегии устойчивого развития совместно федеральными и региональными усилиями должна быть решена проблема трансграничного переноса вредных веществ. Успех этих мероприятий может быть обеспечен только при условии вовлечения населения в реализацию региональных программ. Это особенно важно на локальном уровне.

Указанные цели не могут быть достигнуты без формирования у населения нового мировоззрения, экологически ориентированного. Необходимо продвигать в массы идеи устойчивого развития, пропагандировать идеологию устойчивого развития в средствах массовой информации. Инженерный корпус и кадры менеджмента должны готовиться с учетом характера задач, которые им предстоит решать, то есть они должны не только знать, но и исповедовать основные принципы стратегии устойчивого развития. Проблемы устойчивого развития не могут быть решены без обеспечения доступа к экологической информации, а также к информации о ходе, успехах и трудностях при решении проблем устойчивого развития

поселка, города, республики, всей страны. Все эти мероприятия должны обеспечить формирование у всех членов общества новой этики, этики устойчивого развития. Должно быть выработано сознательное отношение к биосфере, как к дому всего человечества, как к фундаменту жизни. Каждый человек должен знать законы развития, законы природы и неукоснительно им следовать, выполняя вытекающие из этих законов запреты и ограничения. Надо формировать у людей этику эффективного хозяйствования, рационального потребления, а также здорового образа жизни. Принципиально важно формировать этику новых, соответствующих реальному положению вещей и принципам устойчивого развития, межнациональных и межконфессиональных отношений.

Если все страны будут руководствоваться принципами устойчивого развития в глобальном масштабе, то их отношения между собой должны измениться. Должно преобладать партнерство и ответственность в решении мировых проблем. Каждая страна (в том числе и Россия) должна будет поддерживать международные инициативы, которые направлены на обеспечение глобального устойчивого развития. Должна быть сформирована международная инфраструктура, которая обеспечивала бы переход к устойчивому развитию. Россия должна проводить целенаправленную внешнюю политику, которая по своей сути была бы эколого-экономической и ориентированной на отстаивание национальных интересов России в вопросах использования глобального экологического потенциала. Она должна принимать активное участие в становлении и развитии международного рынка экологических услуг и квот.

В долгосрочной перспективе, на третьем этапе реализации программы устойчивого развития должна ставиться цель гармонизации взаимоотношений природы и общества в глобальном масштабе. Развитие общества в глобальном масштабе должно происходить в рамках хозяйственной экологической емкости биосферы. При этом в системе человеческих отношений акцент должен быть смещен с материально-вещественных ценностей на духовно-нравственные.

Мы уже говорили о принципе устойчивого развития. Для России эти принципы с учетом ее особенностей и конкретных условий в официальных документах сформулированы так:

"— каждый человек имеет право на здоровую и плодотворную жизнь в гармонии с природой, на жизнь в благоприятной для него окружающей среде;

— социально-экономическое развитие должно быть направлено на улучшение качества жизни людей в допустимых пределах хозяйственной емкости экосистем;

— развитие должно осуществляться не во вред окружающей природной среде и обеспечивать возможность удовлетворения ос-

новных жизненных потребностей как нынешнего, так и будущих поколений людей;

— сохранение окружающей природной среды должно составлять неотъемлемую часть процесса устойчивого развития, в одно целое должны быть соединены экономическое развитие, социальная справедливость и экологическая безопасность, которые в совокупности определяют основные критерии развития;

— выживание человечества и стабильное социально-экономическое развитие должны базироваться на закономерностях биотической регуляции, при сохранении биоразнообразия в биосфере;

— рациональное природопользование должно основываться на неистощительном использовании возобновимых и экономном использовании невозобновимых ресурсов, в том числе за счет вторичного их использования, утилизации и безопасном захоронении отходов;

— экологобезопасное хозяйствование должно базироваться на усилении взаимосвязи экономики и экологии, формировании единой (сопряженной) экологизированной экономической системы развития;

— реализация надлежащей демографической политики должна направляться на стабилизацию численности и оптимизацию масштабов его деятельности в соответствии с фундаментальными законами природы;

— необходимо широкое использование принципа упреждения, то есть опережающего принятия эффективных мер по предупреждению ухудшения состояния окружающей среды, предотвращению экологических и техногенных катастроф;

— важным условием перехода к устойчивому развитию является искоренение бедности и предотвращение больших различий в уровне жизни людей;

— использование разнообразия форм собственности и механизма рыночных отношений должно быть ориентировано на гармонизацию социальных отношений, при обеспечении общественной безопасности;

— в перспективе, по мере осуществления идей устойчивого развития, должно возрастать значение вопросов рационализации масштабов и структуры личного потребления населения;

— сохранение малых народов и этносов, их культур, традиций, среды обитания должно быть одним из приоритетов политики государства на всех этапах перехода к устойчивому развитию;

— развитие международного сотрудничества и глобального партнерства в целях сохранения, защиты и восстановления целостности экосистемы Земли должно быть подкреплено принятием государствами соответствующих международных соглашений и иных правовых актов;

— необходим свободный доступ к экологической информации, создание соответствующих баз данных, с использованием в этих целях глобальных и национальных коммуникаций и других средств информатики;

— в ходе развития законодательной базы следует учитывать экологические последствия предполагаемых действий, исходить из необходимости повышения ответственности за экологические правонарушения, обеспечивать компенсации жертвам загрязнения окружающей среды;

— экологизация сознания и мировоззрения человека, переориентация системы воспитания и образования на принципы устойчивого развития должны способствовать выдвижению интеллектуально-духовных ценностей на приоритетное место по отношению к материально-вещественным;

— суверенные права каждого государства на разработку собственных природных ресурсов должны реализовываться без ущерба экосистемам за пределами государственных границ, в международном праве важно признание принципа дифференцированной ответственности государств за нарушение глобальных экосистем;

— ведение хозяйственной деятельности должно осуществляться, как правило, на уже освоенных территориях, с отказом от проектов, способных нанести невосполнимый ущерб окружающей среде или экологические последствия которых недостаточно изучены".

Любые принципы в экономике, экологии и социологии должны быть подтверждены количественными показателями (критериями). Такие критерии, показатели, индикаторы необходимы и для контроля за достижением целей устойчивого развития, управления этим процессом и оценки эффективности используемых средств и уровня достигнутого. Собственно, речь идет о единой системе, "природа—хозяйство—население". Состояние этой системы и должно максимально полно описываться набором этих параметров.

Если все хозяйство, вся природа и все человечество составляют единую систему взаимосвязанных элементов, то "природа—хозяйство—население" в пределах одной отдельно взятой страны (а тем более отдельного региона) представляют собой подсистему, входящую в глобальную систему. Состояние системы может характеризоваться одними параметрами, показателями, критериями, а состояние подсистемы — другими параметрами. Но те и другие параметры являются взаимозависимыми. Ясно одно, что параметры для описания состояния подсистемы должны быть шире показателей, которые характеризуют состояние всей системы как единого целого. Глобальный процесс перехода всей системы "природа—хозяйство—население" к устойчивому развитию может характеризо-

ваться как набором показателей, так и вообще неким суммарным показателем или каким-то одним показателем. Вся задача в том, как задать эти показатели с тем, чтобы они объективно характеризовали состояние очень сложной системы "природа—хозяйство—население" в глобальном масштабе.

Целый ряд международных организаций разрабатывают показатели устойчивого развития. Но эта работа далека от завершения. Собственно, трудно поставить точку при решении столь важного и сложного вопроса. Были предложены показатели (индикаторы) для разных масштабов: глобального, национального, регионального, локального, отраслевого и даже для отдельных населенных пунктов и предприятий.

На национальном уровне были разработаны группы экологических, экономических и социальных индикаторов. Приводим ниже **экологические индикаторы:**

— "потребление чистой первичной продукции — изменения;

— потери чистой первичной продукции при ее потреблении;

— площади ненарушенных хозяйственной деятельностью территорий;

— потребление природных ресурсов: земель, минерального сырья, леса, воды, растительных и животных (в т. ч. рыбных) ресурсов — тенденции;

— истощение запасов природных ресурсов — изменение темпов;

— загрязнение природных сред: воздуха, воды, почв, растительного мира;

— выбросы и накопления поллютантов в природных средах: газообразные, жидкие, твердые — тенденции;

— выбросы и накопления в окружающей среде особо опасных и радиоактивных отходов — тенденции;

— биоразнообразие — темпы изменений;

— площадь особо охраняемых территорий — прирост;

— озонный слой — изменения;

— затраты на природоохранные мероприятия".

Все эти показатели могут быть представлены в абсолютном выражении и в процентах, а также рассчитаны на единицу площади, душу населения или единицу времени.

Экономические индикаторы:

— "объем валового внутреннего продукта — тенденции изменений,

— ресурсоемкость и энергоемкость ВВП;

— изменения структуры хозяйства;

— изменения численности и структуры экономически активного населения;

— производительность труда;

— использование производственных отходов;

— техногенные и природные аварии (число, ущерб);

— прирост запасов минерального сырья;

— доля экспорта природных ресурсов во внешней торговле".

Социальные индикаторы:

В их составе можно выделить показатели состояния здоровья, качества жизни, социальной активности и демографические показатели.

Показатели здоровья:

— "средняя продолжительность жизни населения (ожидаемая при рождении и фактическая);

— смертность (общая, детская, от различных причин);

— заболеваемость (общая и от различных причин);

— осуществление мер по профилактике заболеваний;

— обеспеченность врачебной помощью;

— уровень травматизма на производстве и в быту;

— масштабы курения, алкоголизма, наркомании".

Показатели качества жизни:

— "наличие мест приложения труда и их соответствие структуре трудовых ресурсов;

— уровень доходов, разрыв между высокообеспеченными и низкообеспеченными категориями граждан;

— уровень образования и профессиональной подготовки населения;

— доступ к информации;

— обеспеченность жильем;

— обеспеченность местами отдыха;

— наличие здоровой среды обитания в местах постоянного проживания населения;

— наличие экологически чистых продуктов питания, масштабы их потребления;

— удовлетворение познавательных и культурных потребностей;

— обеспечение личной безопасности граждан".

Показатели социальной активности:

— "участие в выборах и референдумах;

— участие в деятельности общественных организаций, в том числе экологических;

— деятельность общественных экологических экспертиз (количество рассмотренных проектов);

— сотрудничество общественных, частных и государственных организаций".

Демографические показатели:

— "численность населения, в том числе городского и сельского;

— плотность населения;

— численность мужчин и женщин;

— рождаемость, в том числе в различные периоды репродуктивного возраста женщин;

— естественный прирост населения;

— возрастной состав населения;

— число регистрируемых браков и разводов;

— национальный состав населения;

— миграция населения".

Такие показатели, как численность населения, объем валового внутреннего продукта, ресурсоемкость и энергоемкость внутреннего продукта, изменение структуры хозяйства, средняя продолжительность жизни населения, уровень доходов населения (в том числе у различных групп), состояние здоровья населения (заболеваемость), уровень образования и профессиональной подготовки населения, площади ненарушенных территорий, выбросы и накопления поллютантов в природных средах, наличие здоровой среды обитания в местах постепенного проживания населения являются интегральными, суммарными. Они характеризуют динамику перехода к устойчивому развитию. Эти индикаторы позволяют обеспечивать корректировку курса достижения целей этапа развития. Они служат базой для планирования деятельности по достижению устойчивого развития, а также для разработки политики в этой области.

Для России характерны особенности, которые необходимо учитывать при разработке стратегии устойчивого развития. Свой путь в направлении устойчивого развития Россия начинает во время перехода страны к рыночным отношениям. Этим необходимо воспользоваться для осуществления структурной перестройки хозяйства, переориентации социальной жизни и образа мышления населения при минимальных издержках. Положительной особенностью России является то, что она располагает колоссальными запасами природных ресурсов и имеет огромные по площади территории, не затронутые хозяйственной деятельностью, которые являются экологическим ресурсом мирового значения. Положительно и то, что для России характерна низкая плотность населения. В стране не создано общество потребления. Поэтому предстоит снижать уровень потребления ресурсов только в сфере производства. Кроме того, Россия обладает значительным научно-техническим потенциалом.

В России сочетаются признаки экологической обстановки одновременно развитых и развивающихся стран. Так, по характеру деградации земель и лесов Россия ближе к развивающимся странам. В то же время по масштабам и составу выбросов загрязняющих веществ она ближе к развитым индустриальным странам. В России

высокая радиационная загрязненность и более высокий, по сравнению с развитыми странами, уровень загрязнений токсичными веществами на освоенных территориях.

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Природно-ресурсный потенциал России огромен. Под ним понимают запасы сырьевых ресурсов, объем их добычи и объем переработки. Необходимо брать в расчет и количество конкурентов на внешнем рынке, а также прогнозируемое время исчерпания некоторых ресурсов.

Прямое влияние на экологическое развитие оказывают энергетические ресурсы. Они являются в настоящее время и будут оставаться в будущем стратегической статьей экспорта. Кроме того, они удовлетворяют все внутренние потребности страны.

В России разведано более одной трети общемировых запасов природного газа. Специалисты не без оснований считают, что такой же запас природного газа в России еще не разведан. Стоимость добычи газа невысока. В стране имеется развитая сеть газопроводов, накоплен уникальный опыт газового строительства. Газ по сравнению с нефтью и углем существенно более экологичен. Поэтому его использование на внутреннем и внешнем рынках весьма привлекательно.

Запасы нефти в России составляют 13% от мировых запасов. Но она будет полностью использована значительно быстрее, чем газ. Поэтому следовало бы помнить о будущих поколениях и расходовать ее (особенно на экспорт) более экономно. Приходится учитывать и то, что доходы от экспорта нефти менее стабильны из-за жесткой конкуренции на мировом рынке нефти. Полагают, что в будущем такая конкуренция еще более усилится.

Все запасы угля в России (15—30% от мировых) не могут быть использованы в полной мере из-за жесткой конкуренции на мировом рынке. Это справедливо тем более, что российский уголь дорогой.

Россия на ближайшие десятилетия сможет обеспечивать себя большинством видов минерального сырья. По запасам большинства металлов (кроме цинка) Россия входит в первую десятку крупнейших производителей мира. В России добывается примерно десятая часть железной руды. Запасы ее составляют треть мировых. По черной металлургии Россия занимает одно из ведущих мест в мире. Запасов железных руд в России хватит на 240 лет.

По производству никеля Россия занимает одно из первых мест в мире. В России сосредоточено примерно треть мировых запасов никеля. Никель является стратегическим ресурсом. По рудным запасам меди, олова, титана и магния, а также по их производству Россия входит в первую десятку стран мира. Россия в последнее время занимала 6—8 места среди стран-производителей алюминия. Запасы свинца и цинка составляют 12—16% от мировых.

Алмазы занимают особое место в стратегических ресурсах страны. По их добыче и запасам Россия занимает первое место в мире. В стране существуют новейшие технологии изготовления искусственных алмазов.

Водные ресурсы страны имеют важное потенциальное стратегическое значение. На Россию приходится десятая часть мирового водного стока. На каждого жителя страны приходится в четыре раза больше водных ресурсов (27 куб. м), чем в среднем по всему миру (7 куб. м). Примерно 90% речного стока приходится на бассейны Северного Ледовитого и Тихого океана. На бассейны Азовского, Каспийского и Черного морей приходится только 8% общего годового объема речного стока. В этих районах проживает свыше 80% населения России.

Лесными ресурсами Россия в состоянии полностью обеспечивать свои внутренние и экспортные потребности в древесине и лесобумажной промышленности. Огромный ущерб наносят лесные пожары, вредители и болезни леса.

Все виды природных ресурсов (земля, недра, вода, леса, растительный и животный мир, ресурсы континентального шельфа, рекреационные ресурсы, ассимиляционный потенциал биосферы) являются ценнейшим достоянием страны. Все они являются компонентами природной среды. Их рациональное использование является важнейшей экономической, социальной и экологической задачей. Решение этой задачи направлено на сохранение биосферы как основы жизни на Земле.

Прежняя система хозяйствования при экстенсивном развитии экономики оставила нам следующие последствия:

— несовершенство законодательной базы, которое в сфере природопользования порождает разного рода противоречия;

— недооценка принципов рационального природопользования, поэтому сохраняется экстенсивный характер использования природных ресурсов. В результате углубляются диспропорции между добывающими, перерабатывающими и инфраструктурными комплексами;

— отсутствие обоснованного и четкого разграничения полномочий в области регулирования природопользования между разными уровнями. К этому добавляется недостаточная эффективность управления природопользованием на каждом уровне;

— несоответствие реальной роли природных ресурсов в формировании доходов бюджета и уровня платежей за природопользование;

— недооценка ассимиляционного потенциала природной среды как экономической ценности;

— отсутствие рыночных механизмов в сфере природопользования.

Основные источники сырьевых ресурсов России размещены преимущественно в северных и других отдельных районах. Там слабо развита инфраструктура. Это приводит к повышенным издержкам по всей технологической цепочке природопользования и к снижению конкурентной способности сырьевых ресурсов на мировом рынке.

Основным источником средств для развития страны будут оставаться минерально-сырьевые и другие природные ресурсы. Они и сейчас обеспечивают основную часть поступлений от экспорта страны. Этот рычаг и надо использовать для осуществления структурной перестройки экономики и создания финансовой и технической базы подъема обрабатывающих отраслей, развития отечественного производства высокотехнологичной продукции. Поэтому в характере использования природных ресурсов необходимо произвести существенные коррективы. Надо направить основные усилия на обеспечение воспроизводства возобновляемых природных ресурсов с включением ассимиляционного потенциала природной среды. Должно быть обеспечено экономное использование невозобновимых природных ресурсов за счет разработки и внедрения более эффективных технологий и замены невозобновляемых ресурсов возобновляемыми. Необходимо добиваться удовлетворения потребностей страны в природных ресурсах при обязательном сохранении воспроизводящих возможностей биосферы и снижении общих издержек в процессе использования природно-ресурсного потенциала.

Поэтому главной целью стратегии природопользования в рамках стратегии устойчивого развития является создание благоприятных условий для сбалансированного с потребностями общества использования природных ресурсов и обеспечения оптимального уровня воспроизводства и охраны природно-ресурсного потенциала страны. Для этого необходимо решить такие задачи:

"— обеспечить законодательное и нормативно-правовое регулирование выполнения государством функций по владению, пользованию и распоряжению природными ресурсами, включая развитие института государственной собственности на природные ресурсы;

— осуществить обоснованное разграничение полномочий в области государственного управления природопользованием и охраны окружающей среды между федеральными органами исполни-

тельной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления;

— обеспечить рационализацию структуры государственного управления в этой сфере;

— провести реформирование системы учета и экономической оценки природных ресурсов;

— осуществить постепенное реформирование системы платежей за природные ресурсы, с учетом переноса центра тяжести в налогообложении на ресурсные (рентные) платежи, при снижении ставок по другим видам налогов;

— усовершенствовать системы лимитирования и лицензирования природопользования;

— усовершенствовать финансово-экономические механизмы воспроизводства природных ресурсов;

— обеспечить развитие рынка работ и услуг в области природопользования;

— обеспечить развитие новых методов и технологий изучения, воспроизводства, использования и охраны природных ресурсов, а также увеличение доли использования вторичных ресурсов, повышение степени утилизации отходов;

— повысить действенность государственной экологической экспертизы, государственного контроля природопользования и мониторинга состояния окружающей среды и природных ресурсов;

— усилить деятельность по сохранению биоразнообразия, обеспечить развитие сети особо охраняемых природных территорий;

— обеспечить проведение внешней политики в сфере природопользования, отвечающей национальным интересам России, в том числе в области осуществления международной ценовой политики в отношении природных ресурсов и продукции из них".

На первом этапе реализации стратегии природопользования (ориентировочно — в период до 2005 года) необходимо решить следующие задачи:

"— совершенствование законодательства в сфере природопользования, в том числе в области эффективной реализации государством своих полномочий по владению, пользованию и распоряжению природными ресурсами;

— завершение формирования системы государственных органов регулирования природопользования;

— внедрение методов экономической оценки природных ресурсов и развитие системы государственных кадастров природных ресурсов, отвечающих рыночным условиям;

— разработка системы показателей, обеспечивающих учет природных ресурсов в структуре национального богатства на основе их рыночной оценки;

— развитие системы платного природопользования с замещением акцизов рентными платежами;

— формирование системы целевых фондов по воспроизводству и охране природных ресурсов и обеспечение их эффективной деятельности;

— внедрение системы страхования и аудита в области природопользования;

— организация системы мониторинга за состоянием природных ресурсов".

Указанные выше задачи могут быть решены только на основе комплексного системного подхода к регулированию природопользования. Для этого необходимо собирать, анализировать и обобщать информацию о всех видах природных ресурсов с тем, чтобы смоделировать возможные сценарии использования природно-ресурсного потенциала в пределах конкретного территориального образования. Затем должен следовать выбор оптимального варианта и разработка конкретных программ осуществления этого варианта. На практике должны реализоваться принципы комплексного использования природно-ресурсного потенциала отдельных территорий с учетом интересов проживающего там населения, а также особенностей традиционного природопользования. Необходимо законодательно разграничить функции органов власти федерального, регионального и местного уровней в области природопользования. Должны быть созданы условия для формирования соответствующих структур управления, которые соответствовали бы сложившейся экономической ситуации, а также интересам субъектов хозяйственной деятельности и населения. Сказанное особенно важно при организации управления природными ресурсами в регионах Крайнего Севера, а также в районах проживания малочисленных народов с традиционным природопользованием.

Эффективное управление природопользованием может быть обеспечено только при соответствии региональных нормативно-правовых актов, которые регулируют вопросы природопользования, федеральному законодательству. Это касается, в частности, и вопроса установления платы за природные ресурсы, а также финансирования мероприятий и программ, направленных на охрану и воспроизводство природных ресурсов. На региональном уровне должны быть разработаны стратегии природопользования, реализация которых обеспечивала бы максимально эффективное использование природно-ресурсного потенциала областей, краев, республик, а также Российской Федерации в целом. Другими словами, должна осуществляться государственная политика в сфере природопользования, единая для всей страны. При этом должно обеспечиваться своевременное и полное удовлетворение потребностей

экономики страны в природном сырье, наращивание темпов и объемов работ по охране и воспроизводству природных ресурсов, а также по поддержанию природно-ресурсного потенциала. Должен быть также обеспечен мониторинг состояния природных ресурсов и действенный государственный контроль за их использованием.

Функции органов управления в сфере природопользования могут быть сформулированы следующим образом:

"— разработка и реализация федеральных и региональных государственных программ по использованию, воспроизводству и охране природных ресурсов;

— определение размеров доходов, которые должны быть получены от использования или передачи природных ресурсов, и пользование, обеспечение использования соответствующей части платежей за природопользование для обеспечения воспроизводства природных ресурсов;

— установление стандартов, норм, нормативов и правил природопользования, в том числе разработка нормативно-методических и инструктивных документов по вопросам, связанным с владением, пользованием и распоряжением природными ресурсами;

— организация использования природных ресурсов на лицензионной основе, установление лимитов на использование природных ресурсов;

— осуществление государственного контроля, экспертизы и мониторинга состояния природных ресурсов;

— развитие сети особо охраняемых природных территорий;

— осуществление международного сотрудничества в области охраны и использования природных ресурсов".

Часть из указанных функций характерна как для региональных, так и для федеральных органов. Некоторые из них должны быть сосредоточены только на федеральном уровне, тогда как другая их часть может (и должна) быть спущена до местного уровня. Такое распределение функций не может быть произвольным. Оно должно отвечать существу решаемых задач и поэтому должно быть установлено так, чтобы максимально способствовать реализации стратегии устойчивого развития. Важное место в этой стратегии в части природопользования занимает система платного пользования природными ресурсами и система кадастров природных ресурсов. Их необходимо привести в соответствие с поставленной целью устойчивого развития.

Природно-ресурсный потенциал региона (как и всей страны) должен быть оценен исходя из социально-экономической целесообразности. Это должно найти отражение в государственных природно-ресурсных и территориальных кадастрах. Эти оценки, принявшие узаконенную форму, должны служить основой при выборе

приоритетов использования тех или иных природных ресурсов. На них должны базироваться обоснования лимитов использования природных ресурсов и определяться плата за использование природных ресурсов. Она должна стимулировать рациональное, оптимальное использование природно-сырьевых ресурсов. В организационном плане должна быть предусмотрена выдача лицензий на природопользование.

Что касается кадастров природных ресурсов (федеральных и территориальных), которые являются банками данных об отдельных видах природных ресурсов, а также о природно-ресурсном потенциале каждой конкретной территории, то они предназначаются для того, чтобы управленческие решения могли приниматься на основе анализа конкретной информации. На основе этого анализа можно будет определять предпочтительные направления для частных и государственных инвестиций. Информация, содержащаяся в кадастрах, поможет формировать программы и мероприятия, направленные на охрану и воспроизводство природных ресурсов. Муниципальные и государственные органы власти, а также инвесторы и природопользователи найдут в кадастрах информацию, необходимую при решении проблем развития отраслей, территорий и предприятий.

Информация, содержащаяся в кадастрах, позволит решить вопрос введения платежей за природные ресурсы на основе их экономической оценки, а также установления обоснованных лимитов использования природных ресурсов. Кадастры будут способствовать гармонизации отношений в области природопользования между городскими населенными пунктами и сельскими поселениями и районами, которые их окружают.

В кадастрах природных ресурсов должна содержаться экономическая оценка природных ресурсов (объектов). Эта оценка должна стать обязательной составной частью характеристики природных объектов, поскольку она является базовым элементом развития рыночных механизмов регулирования природопользования. Оценка экономической стоимости природных ресурсов необходима для обеспечения комплексного учета природных ресурсов и для установления платы за пользование природными ресурсами, определения штрафов за нарушение условий пользования природными ресурсами. Эти штрафы должны учитывать также ущерб, нанесенный окружающей среде. Знание этой оценки необходимо для установления величины компенсационных платежей, которые связаны с выбытием или изменением целевого назначения использования природных ресурсов, а также определения цены ресурса (объекта) при изменении формы собственности природных объектов и ресурсов. Оценка природных ресурсов в структуре национального бо-

гатства страны должна быть проведена на основе их рыночной стоимости. Для этого также понадобится информация, содержащаяся в кадастрах. На основании этой информации будут производиться оценки эффективности инвестиций, прогнозирование использования природных ресурсов, а также обоснования форм собственности на природные объекты.

Государственные кадастры природных ресурсов должны охватить все территории страны. Это можно реализовать в рамках взаимных обязательств, закрепляемых в договорах о разграничении полномочий в сфере природопользования между федеральным центром и субъектами Российской Федерации. При этом должны учитываться как экономические возможности регионов, так и их заинтересованность в освоении и эксплуатации природных объектов на их территории.

Устойчивое развитие Севера, как и всей страны, может быть достигнуто только при строгом лимитировании природопользования. Оно является эффективным рычагом оптимизации использования природных ресурсов. В основу должно быть поставлено требование полного количественного и качественного воспроизводства возобновляемых природных ресурсов. Прирост запасов невозобновимых ресурсов должен опережать их добычу. В лицензии на природопользование, которая должна выдаваться каждому природопользователю после положительной экспертизы намечаемой или ведущейся им деятельности, необходимо финансировать требования и ограничения в части использования природных ресурсов. При этом исходят из лимитов природопользования. Лимиты (квоты) относятся как к использованию природных ресурсов, так и к выбросам (сбросам) загрязняющих веществ, а также к размещению отходов. Лимиты (квоты) финансируются на определенный период времени. Они определяют допустимые объемы изъятия (добычи) природных ресурсов, а также объемы выбросов и сбросов загрязняющих веществ и размещения отходов. Они могут устанавливаться только на научной основе с учетом обоснованных норм и требований. Когда определяются лимиты (квоты) для всего региона или для отдельного предприятия, необходимо учитывать потенциальные и наличные технические, экономические и другие возможности. Естественно, что в выработке лимитов должны принимать участие не только региональные и муниципальные органы власти, но и руководители (представители) предприятий-природопользователей. Сами лимиты надо устанавливать на уровне, который является безопасным с экологической точки зрения. Очевидно, что при этом приходится учитывать и сложившуюся в регионе или данной конкретной местности экономическую ситуацию. Необходимо повсеместное внедрение в практику распределение квот (лимитов) между

потребителями проводить на конкурсной основе. Ясно, что все квоты не должны выходить за рамки общего лимита. Рациональное природопользование должно эффективно стимулироваться. Надо разработать и внедрить в практику эффективный механизм финансово-экономического стимулирования, а также создать источники покрытия затрат на воспроизводство и охрану природных ресурсов. Этот механизм должен благоприятствовать созданию условий для структурной перестройки экономики региона (и всей страны), а также реализации полномочий государства как собственника природных ресурсов. Он должен обеспечить формирование системы платежей за природопользование, которая должна основываться на экономической оценке природных ресурсов. Стратегия создания этого механизма должна быть направлена на стимулирование рационального использования природных ресурсов и применения ресурсо- и энергосберегающих технологий, на создание финансово-экономических условий эффективного функционирования природно-ресурсного комплекса. При этом должно обеспечиваться воспроизводство возобновимых природных ресурсов, а также привлечение инвестиций в экономику страны и проведение эффективной внешнеторговой политики в сфере экспорта-импорта природных ресурсов и продукции из них.

Чтобы осуществить стратегию устойчивого развития в сфере финансово-экономического механизма природопользования, необходимо существенно усовершенствовать методы экономической оценки природных ресурсов. Надо стремиться к тому, чтобы ставки платежей поэтапно приближались к величинам экономических оценок. Должен быть разработан и обоснован механизм повышения уровня платежей за природные ресурсы. Надо обосновать увеличение доли ресурсных платежей в структуре взимаемых налогов. Постепенно надо расширять перечень природных ресурсов, которые могут быть использованы на платной основе. Эта работа должна быть тщательно спланирована как на федеральном, так и на региональном уровнях. В интересах охраны окружающей среды необходимо развивать систему фондов охраны и воспроизводства природных ресурсов и усовершенствовать ныне действующую систему экологических фондов. В сферу природопользования надо внедрить страхование и аудит. Крайне важно повысить уровень научных исследований мирового рынка сырьевых ресурсов.

Платежи за пользование природными ресурсами и за загрязнение окружающей среды являются главным звеном всего финансово-экономического механизма. Сейчас они регулируются различными законодательными актами. Но они несовершенны. Часто они отражают неоднородные принципы определения, взимания, поступления и использования платежей за природные ресурсы. В на-

стоящее время основные доходы бюджета формируются за счет косвенных налогов с предприятий, которые функционируют в природно-ресурсном комплексе. Тем не менее природные ресурсы не играют в явном виде сколько-нибудь существенной роли в налоговой политике, хотя они и являются основным фактором развития экономики. Доля платежей за природные ресурсы в доходной части бюджета от года к году должна расти. Одновременно должны уменьшаться другие налоги. Обязательно должна проводиться дифференциация размеров соответствующих платежей и налогов. Это должно производиться на основе учета рентообразующих факторов природных ресурсов и объектов.

Если эти меры будут реализованы, то это будет стимулировать рациональное природопользование и улучшит условия воспроизводства природных ресурсов. Одновременно активизируется предпринимательская деятельность, увеличатся инвестиции, улучшится структура экономики и технологическая оснащенность предприятий.

Необходимо перейти от системы платежей за загрязнение окружающей среды на оплату за пользование ее ассимиляционным потенциалом. Но предварительно существующая в настоящее время система платежей должна быть существенно улучшена. Это должно стать значительным шагом в направлении перехода к взиманию платежей за пользование ассимиляционным потенциалом. Но этим совершенствованием в сфере платежей ограничиваться нельзя. Надо формировать новые экономические механизмы, такие как введение налогов на выпуск экологически вредной продукции, в том числе на некоторые виды упаковки, автомобильного транспорта и других товаров. Повторное использование продукции или вторичная ее переработка должны стимулироваться.

Поступления от платежей за использование природных ресурсов должны использоваться только по назначению. Более того, надо расширить формы прямого финансирования работ по охране и воспроизводству природных ресурсов заинтересованными субъектами хозяйственной деятельности. Мероприятия и программы воспроизводства и охраны природных ресурсов должны финансироваться за счет бюджетных и внебюджетных источников. Ими могут быть целевые фонды и средства предприятий. Надо более широко привлекать в сферу природопользования иностранные инвестиции, в том числе и финансирование отдельных проектов по линии международных финансовых институтов. Для успеха этого дела надо создать соответствующие экономические, а также нормативно-правовые условия. Надо изменить методические подходы к оценке эффективности инвестиционных программ и проектов в области природопользования. При этом на первый план надо выдвинуть стимулиро-

вание рационального использования природных ресурсов, а также применение энергосберегающих и ресурсосберегающих технологий. Созданный на таких принципах финансово-экономический механизм природопользования будет способствовать формированию рыночной инфраструктуры, а также созданию рынка страхования и аудита в области природопользования. Он будет способствовать развитию среднего и малого бизнеса.

При решении указанных выше задач важное значение приобретает создание соответствующей нормативно-правовой базы. Действующая в настоящее время система законодательных актов по отдельным видам природных ресурсов, основанная на отраслевом принципе управления народным хозяйством, должна быть заменена новой системой. Новая система может родиться только из комплексного подхода к природопользованию. Только так можно учесть все многообразие факторов, которые взаимосвязаны и действуют в сфере природопользования. Но комплексный подход должен базироваться на новой нормативно-правовой базе системы регулирования природопользования.

Специалисты, разрабатывающие концепцию стратегии устойчивого развития, считают, что при этом надо обеспечить:

— развитие законодательства о природопользовании в целом, а также об использовании отдельных видов природных ресурсов и компонентов природной среды;

— развитие нормативно-правовой базы по эффективной реализации функций государства в области управления природопользованием и охраны окружающей среды;

— обоснованное разграничение полномочий в сфере природопользования между органами государственной власти Российской Федерации и ее субъектов;

— согласованность нормативно-правовой базы на федеральном и региональном уровнях;

— создание экономических и финансовых механизмов рационального природопользования, реформирования системы платежей за природные ресурсы;

— развитие системы государственных кадастров природных ресурсов;

— совершенствование системы лицензирования природопользования;

— разработка требований и норм по регулированию оптимальных соотношений между изъятием и воспроизводством природных ресурсов;

— разграничение функций между органами, осуществляющими контроль в сфере природопользования, и государственный экологический контроль;

— нормативно-правовое закрепление форм участия общественных организаций и граждан в осуществлении контроля за использованием, воспроизводством и охраной природных ресурсов.

Существуют приоритетные направления реализации стратегии природопользования. Они соответствуют отдельным видам природных ресурсов, поскольку основные различия имеются между возобновляемыми и невозобновляемыми ресурсами. Возобновляемые природные ресурсы надо использовать так, чтобы обеспечить их полное количественное и качественное воспроизводство. На первом плане здесь — возможность воспроизводства ресурсов. Когда используются невозобновляемые природные ресурсы, то важно, чтобы доходы (их рентная часть), которые получаются в результате добычи (изъятия) природных ресурсов, расходовались преимущественно на развитие производства по глубокой переработке сырья, а также на проведение работ по разработке новых технологий. Объемы добычи невозобновимых природных ресурсов должны постепенно снижаться. Структура потребления природных ресурсов должна изменяться в сторону возобновляемых природных ресурсов. Приоритет должен отдаваться внедрению в практику возобновляемых источников энергии. Надо искать новые такие источники и внедрять их в практику. Это очень важно.

Были выделены следующие направления стратегии природопользования по отдельным видам природных ресурсов:

"минеральные ресурсы —

— развитие геологических исследований и геологоразведочных работ в целях предотвращения исчерпания поисково-разведочного задела прошлых лет (как основы подготовки новых месторождений), а также ликвидации острого дефицита отдельных видов минерального сырья;

— развитие минерально-сырьевых комплексов на региональном уровне с учетом формирования стимулирующей нормативно-правовой базы;

— совершенствование безотходных технологий добычи и переработки минерального сырья на основе комплексного использования;

— развитие изучения и использования ресурсов шельфа и Мирового океана;

— совершенствование системы подготовки запасов полезных ископаемых на принципах лицензирования и платности пользования недрами;

— развитие производственной и социальной инфрастуктуры минерально-сырьевого комплекса, его адаптация к современным и прогнозируемым экономическим условиям;

— обеспечение участия России в мировом минерально-сырьевом рынке как импортера продукции с учетом развития собственной базы минерального сырья;

земельные ресурсы —

— дальнейшее развитие земельной реформы, реализующей принцип многообразия форм собственности на землю, включение земли в общий экономический оборот недвижимости и развитие земельного рынка;

— совершенствование организационной структуры и создание национальной системы землепользования в России, обеспечивающей рациональное использование и охрану земельных ресурсов;

— формирование правового и экономического механизма регулирования землепользования и охраны земель, соответствующего рыночным условиям;

— проведение научно-обоснованных мероприятий по улучшению и рекультивации деградированных и загрязненных земель;

— формирование государственного земельного кадастра с проведением рыночной оценки земель;

водные ресурсы —

— обеспечение населения и экономики страны качественной водой в необходимых количествах и режимах;

— рациональное использование, сбережение и защита вод от различных видов техногенных загрязнений, восстановление и охрана водных объектов;

— совершенствование правового и экономического механизма регулирования водопользования, в том числе введение платы за воду;

— обновление и повышение надежности гидротехнических сооружений и водохозяйственных систем;

лесные ресурсы —

— обеспечение потребностей экономики и населения в лесных ресурсах на основе рационального, неистощительного и многоцелевого лесопользования;

— повышение уровня ведения лесного хозяйства посредством внедрения передовых достижений науки и техники;

— охрана и воспроизводство лесов и сохранение биологического разнообразия в лесном фонде;

— защита лесов от пожаров, вредителей и болезней и повышение экологического потенциала лесного фонда;

— комплексная инвентаризация лесного фонда и формирование эффективного рыночного механизма рационального лесопользования;

водные биологические ресурсы —

— рациональное использование, воспроизводство и охрана водных биологических ресурсов внутренних водоемов, территориальных вод, исключительной экономической зоны России;

— совершенствование технологий вылова и использование водных биологических ресурсов, обеспечение эффективного контроля и регулирования их численности и видового состава;

— развитие нормативно-правовой базы рыболовства в условиях рыночных отношений;

— обеспечение условий стабильного размещения отечественного рыболовства в зонах иностранных государств, открытых районах Мирового океана и конвенционных зонах;

биологические ресурсы суши —

— рациональное использование, воспроизводство и защита биологических ресурсов суши, сохранение их биологического разнообразия;

— совершенствование государственного управления в области контроля, охраны и регулирования использования ресурсов охотничьих животных;

рекреационные ресурсы —

— развитие сети особо охраняемых природных территорий;

— формирование эффективной нормативно-законодательной базы использования и сохранения рекреационных ресурсов;

— совершенствование экономических механизмов рационального использования и сохранения рекреационных ресурсов.

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ И ПРОБЛЕМА ЭКОЛОГИЗАЦИИ

Нельзя достичь устойчивого развития общества без экологизации производственной и непроизводственной деятельности. Суть экологизации состоит во внедрении таких систем технологических, управленческих, юридических, а также других решений, которые позволяли бы увеличивать эффективность использования естественных ресурсов. Это направлено на сохранение и улучшение качества природной среды. Необходимо не только совершенствовать технологические процессы, но и повышать эффективность природоохранных мероприятий. Реализовать это невозможно без экологизации экономических механизмов управления и законодательства. Экологизация общественного сознания должна основываться на принципе сбалансированного паритета экономических и экологических интересов общества.

Экономика должна быть перестроена на указанных принципах экологизации. Для этого необходимо провести комплексный анализ экономических и экологических проблем с целью совершен-

ствования системы мероприятий по обезвреживанию и утилизации производственных отходов, а также по управлению самим процессом возникновения техногенного загрязнения. При этом важно установить отраслевую и территориальную структуру возникновения загрязнения.

Для перехода к устойчивому развитию недостаточно только рационализировать природоохранные мероприятия. Необходимо осуществить структурную перестройку всего хозяйства с тем, чтобы в процессе совершенствования структуры экономической деятельности был включен и экологический аспект. Это позволит благоприятно воздействовать на качество окружающей среды при оптимальном объеме и характере производства.

Воздействие на окружающую среду характеризуется следующими показателями:

— показатели образования производственных отходов и выбросов;

— объем затрат на обезвреживание и утилизацию отходов и выбросов;

— остаточные выбросы загрязнения в окружающую среду;

— экологический ущерб от выбросов. При оценке целесообразности данного производства необходимо учитывать как ущерб от загрязнения окружающей среды, так и затраты на природоохранные мероприятия.

Оптимальная структура потребления должна вырабатываться с учетом экологического аспекта. Надо из потребления и производства исключить вредные продукты. Это непременное условие экологизации производственной и непроизводственной деятельности.

Для повышения эффективности анализа вариантов структурной перестройки в экологическом плане надо использовать межотраслевой баланс. Это позволит выработать оптимальный вариант структуры хозяйства. При этом будет оценен необходимый объем и структура природоохранных затрат, а также ущерб от экологических нарушений, который сопутствует производственной деятельности.

Цели экономического развития должны включать в себя и экологизацию производства. Должна быть проведена экологически ориентированная корректировка макропоказателей развития экономики. Это необходимо делать в рамках системы национальных счетов, в которых должны быть увязаны экономическая деятельность, а также состояние и охрана природной среды. На основании этих данных можно определить величину устойчивого национального дохода, а также оптимальный путь перехода к устойчивому использованию окружающей среды.

Эти проблемы должны решаться строго на научной основе. Научные исследования должны быть направлены на разработку различных вариантов корректировки макроэкономических показателей. При этом необходимо четко различать те экологические нарушения, которые несет общество вследствие функционирования производства, и те, которые оно наносит будущим поколениям. Необходимо научно обосновать включение природной составляющей в оценку национального богатства. Необходимо разработать научные методы, позволяющие определять потери национального богатства в результате экологических нарушений из-за функционирования различных производств. Необходимо также разработать методы экологического регулирования межотраслевого баланса народного хозяйства. Бухгалтерский баланс предприятия должен учитывать процессы экологизации. Поэтому должны быть обоснованы новые методы его составления. Без этого нельзя стандартизировать систему национального счетоводства, которая обязана соответствовать требованиям мировой статистики. Она должна учитывать экологический фактор при выработке стратегии экономического развития.

Экологизацию производства можно и нужно стимулировать путем соответствующего научно обоснованного налогообложения, а также путем правильной кредитной политики. В природоохранную деятельность надо решительнее внедрять рыночные отношения. Надо переходить от косвенного налогообложения к прямому природно-ресурсному.

Применяемое сегодня косвенное налогообложение производителей крайне несовершенно, поскольку при этом государство изымает только незначительную часть рентного дохода. Это, естественно, искажает межотраслевые пропорции. Более того, оно фактически поощряет очень мощное и неоправданное воздействие на окружающую среду. Прямой природно-ресурсный (рентный) способ налогообложения свободен от этих недостатков.

Переход к новому природно-ресурсному способу налогообложения не может быть осуществлен одномоментно. Надо проводить последовательное замещение части налогов ресурсными платежами. При этом необходимо предусматривать меры, которые способствовали бы приспособлению налогоплательщиков-производителей к новым условиям налогообложения. Всю эту проблему нельзя решить без опережающего развития фундаментальных и прикладных ресурсо-оценочных исследований. Рентный принцип должен быть основным при определении платы за пользование природными ресурсами. Стимулирующе в смысле сохранения качества окружающей среды будет действовать и взимание платежей за загрязнение окружающей среды. Они должны носить характер ренты. Фактичес-

ки это будет налог за использование ассимиляционного потенциала окружающей среды. Существующее сейчас положение таково, что предприятия не заинтересованы в сохранении качества окружающей среды, поскольку уровень платежей за загрязнение окружающей среды намного ниже, чем затраты предприятий на снижение и предотвращение загрязнения. Ясно, что в этих условиях проще платить налоги, чем совершенствовать технологический процесс. На самом деле налог должен учитывать прямой и косвенный экономический ущерб от загрязнения. Он должен определяться суммарно и включать в себя как издержки влияния загрязнения на здоровье населения, так и дополнительные затраты на компенсацию износа основных фондов, недопроизводство продукции сельского хозяйства и т. д. При этом необходимо учитывать все. Это и состояние здоровья человека, и состояние живой и неживой природы. Должны быть оценены последствия для промышленности, сельского хозяйства, коммунальной инфраструктуры и т. д. Надо учитывать и последствия, которые выражаются в изменении финансово-экономических показателей деятельности различных структур экономической системы.

Предстоит разработать научно обоснованные методы определения ущерба, наносимого загрязнителями окружающей среды. Эта задача весьма сложная, если решать ее в полном объеме. Кроме того, она усложняется, поскольку надо учитывать особенности предприятия-загрязнителя. Ясно, что оценки ущерба от загрязнения должны проводиться на основе межнациональной информации. А это очень непросто. Для того, чтобы разработанные методы можно было внедрять в практику, их необходимо представлять в виде типовых. Они найдут применение в массовых проектных расчетах. Однако их нельзя использовать при реализации масштабных проектов. В этих случаях необходимо использовать детализированные методы оценки ущерба. Схема таких оценок ясна: выбросы (сбросы) из источников загрязнения — концентрации загрязняющих веществ по объектам среды — натуральный ущерб — экономическая оценка натурального ущерба.

Постепенный переход от косвенного налогообложения к прямому природно-ресурсному может осуществляться путем осуществления следующих шагов. Налог следует взимать за загрязнение окружающей среды в пределах нормативов предельно допустимых выбросов и сбросов. На сумму этого налога надо уменьшить налоговые обязательства предприятий-загрязнителей перед бюджетом. После того как этот налог поступит в территориальный бюджет, он распределяется между федеральным и территориальным бюджетами. Если выбросы и сбросы предприятия превышают предельно допустимые величины, то оно должно выплачивать налог в крат-

ном размере по отношению к установленному экологическому налогу. Собственно, этот налог является штрафом. Такая мера должна стимулировать восстановление ассимиляционного потенциала окружающей среды. Такой же штраф должен взиматься и при нарушении лимитов природопользования. Это касается традиционных видов природопользования.

Переход к новой системе налогообложения за загрязнение окружающей среды должен быть реалистичным и сопряженным с формированием эколого-ориентированных национальных счетов. Естественно, он должен происходить с учетом реальных организационно-технических и других возможностей.

Кредитная политика также должна стимулировать предприятия на поддержание высокого качества окружающей среды. Практически это означает, что банки должны выдавать кредиты в зависимости от экологической надежности природопользователя. На этом принципе должен быть введен рейтинг банковского процента. Это вполне логично, поскольку предприятие, для работы которого характерна высокая степень экологической способности, является надежным в смысле невозврата банковского кредита. Реализовать это можно путем изменения условий выдачи лицензий коммерческим банкам на банковскую деятельность. Лицензии выдает Центральный банк России. Для введения такого рейтинга необходимы условия экономического оздоровления.

Необходимо запустить рыночные механизмы экологизации хозяйственной деятельности. Это должно привести к использованию негосударственных источников финансирования охраны окружающей среды, а также к повышению экономической и экологической эффективности природоохранной деятельности. Основным из рыночных методов является торговля разрешениями на выбросы, а также экологическое страхование. Но ввести это в практику в наших условиях в настоящее время нереально. Дело в том, что для решения этой проблемы необходима полная и разносторонняя информация об окружающей среде и о выбросах предприятий. Система мониторинга окружающей среды в нашей стране не удовлетворяет этим требованиям. Кроме того, перераспределение разрешений между предприятиями практически невозможно, поскольку почти все предприятия во много раз превышают уровни позволительных выбросов и сбросов. К этим трудностям надо добавить и сложность учета особенностей географического расположения источников загрязнения. Поэтому, видимо, надо начинать торговлю лицензиями на выбросы для более ясных случаев, например на выбросы загрязнения глобального характера (кислотные дожди, газы, которые вызывают парниковый эффект, выбросы веществ, которые впоследствии разрушают озонный слой).

Экологическое страхование направлено на компенсацию убытков, которые возникают в результате загрязнения окружающей среды. Экологическое страхование развивается весьма активно. Оно способствует обеспечению экологической безопасности за счет негосударственных источников финансирования. К тому же оно является практически единственным надежным источником финансирования из страховых резервов мероприятий восстановления окружающей среды после аварий. Экологическое страхование действенно и потому, что оно гарантирует пострадавшим, что им будет возмещена причитающаяся сумма независимо от того, платежеспособно ли предприятие, на котором произошла авария. При такой постановке вопроса судебные органы будут в состоянии решать проблемы удовлетворения исков потерпевших из-за загрязнения окружающей среды. Это облегчает и задачу законодателей — они смогут без особых затруднений разрабатывать и принимать нормативные документы, которые должны регулировать ответственность предприятий, причинивших вред своими выбросами и сбросами.

Страховые компании должны быть заинтересованы в том, чтобы часть страховой суммы отчислять предприятиям-загрязнителям на профилактические работы, а также на развитие малоотходных и природоохранных технологий и оборудования. Эти отчисления должны производиться не только страхователю, но и любому другому предприятию. Заинтересованность здесь в одном — чтобы повышать, улучшать качество окружающей среды. Тогда и выплат пострадавшим будет меньше.

Необходимо создать такие условия, которые способствовали бы повышению конкурентоспособности экологичных продуктов и в то же время затрудняли бы распространение неэкологических товаров. Для этого надо развивать рынок экологических услуг, экологически чистой продукции, технологий и оборудования. Этого можно добиться путем реализации комплекса экономических и административных воздействий. Это — нормирование, лицензирование, сертификация и контроль продукции по экологическим признакам, международные запреты на импорт — экспорт неэкологичных товаров.

Кредитная политика, введение налога на использование ассимиляционного потенциала окружающей среды, формирование рынка лицензий по допустимым воздействиям на качество окружающей среды, создание эколого-инновационных программ — это реальные рычаги стимулирования внедрения природоохранных технологий и оборудования. Стратегия устойчивого развития предусматривает ступенчатое ужесточение нормативов, а также контроля за выбросами в окружающую среду. Особое внимание должно быть уделено утилизации отходов производства. Совершенствование тех-

нологий должно обеспечиваться путем создания конкурентной среды на рынке. Это будет способствовать отбору наиболее экономичных и экологически результативных видов природоохранного оборудования.

В настоящее время рынок экологических услуг еще не сформирован. Предстоит создать специализированные коммерческие и государственные структуры, которые занимались бы вопросами нормирования и квотирования природопользования, сертификации изделий по экологическим признакам, заключения сделок по купле-продаже прав на допустимое загрязнение, осуществления экологического аудита. Эти структуры должны работать по лицензиям. Их должны выдавать специально уполномоченные органы в области охраны окружающей среды.

Отсутствие рынка экологических услуг отрицательно сказывается на природоохранных мероприятиях. Зато можно уверенно говорить о появлении "черного" рынка экологических услуг. Этому способствуют неоднозначность расчетных характеристик и выбросов предприятий-загрязнителей, с одной стороны, и отсутствие прямого контроля за выбросами — с другой. Это поддерживает "черный" рынок, поскольку порождает спрос на консальтинговые услуги по приемам занижения сверхнормативных платежей. Для ликвидации этого негативного явления необходимо наладить прямой контроль за выбросами и сбросами предприятий. Его должны осуществить региональные органы охраны природы. Должно настораживать то, что в настоящее время коммерческие структуры и общественные организации пытаются заполнить этот вакуум. Государство остается в стороне. Необходимо обеспечить государственное регулирование качества окружающей среды и не допустить монополизации рынка экономических услуг коммерческими структурами. Они должны участвовать в этом процессе только под контролем государства. Их деятельность должна регламентироваться лицензиями, выдаваемыми государственными органами.

Выполнить все перечисленные задачи можно только при условии экологизации законодательства и правовой базы. Речь идет о конституционных нормах, нормах гражданского законодательства, а также о правовых и нормативных подзаконных актах. Часто они оказываются не согласованными друг с другом и даже могут находиться в противоречии.

Имеется настоятельная необходимость принятия закона, обеспечивающего собственнику используемых природных ресурсов (государству) получать рентный доход. Необходим также закон, регламентирующий право собственности на природные ресурсы. Должно быть четко оговорено разграничение прав собственности между федеральным центром и субъектами Российской Федерации. За-

кон должен определять критерии выделения федеральной и региональной собственности, а также устанавливать процедуру подготовки и требования к содержанию соглашений по разграничению прав собственности, заключению договоров с учетом критериев, которые определены этим законом. Далее в соответствии с этим главным законом должны быть скорректированы отраслевые законы. Надо исключить любые несоответствия. Например, в настоящее время по Конституции и Гражданскому кодексу Российской Федерации имеется ряд форм собственности. В отраслевых же законах провозглашается только одна форма собственности на природные ресурсы — государственная. Все подобные несоответствия должны быть устранены.

Экологизацию необходимо проводить в рамках строгого соблюдения следующих принципов. Во-первых, плата за использование природных ресурсов должна определяться на основе рентных оценок природных ресурсов. Во-вторых, должно быть введено экономическое стимулирование (санкции), которое препятствовало бы использованию неэкологичных технологий или сокращающего масштаба их применения. Примером этого могут быть открытые горные разработки, сплошные рубки леса и т. п.

Как уже говорилось, надо изменить налоговое законодательство. Оно должно базироваться на принципе государственной политики, которая направлена на переход от косвенного к прямому природно-ресурсному налогообложению. Целесообразно выделить природные ресурсы в особую правовую категорию. Надо законодательно ввести меры, которые стимулировали бы привлечение иностранных инвесторов для решения проблемы утилизации экологически опасных отходов. Стимулировать их можно путем предоставления льгот на вывоз продукции из страны. Но при этом надо обеспечить соблюдения стратегических интересов государства.

Учитывая чрезвычайную важность проблемы, следовало бы разработать Экологический кодекс Российской Федерации. В нем следует отразить систему правовых, экономических, экологических, организационных, технических и иных мероприятий, которые направлены на создание благоприятных условий взаимодействия общества и природы.

Но одними законами проблему не решить. Надо путем образования и просвещения формировать у населения широкомасштабное познание процессов, которые влияют на окружающую природную среду. Необходимо разъяснять положения и проблемы проводимой экологической политики. Надо добиваться того, чтобы становилась широко известной взаимосвязь экономических и экологических процессов. Надо не только разрабатывать, но и широко освещать возможные пути экологизации производственной и другой деятельнос-

ти. Население должно осознать необходимость гуманистического отношения к природе. Каждый должен усвоить, что разрушать природу не только аморально, но и невыгодно экономически. Руководители и специалисты должны понимать, что необходимо постепенно осуществлять экологизацию экономического механизма управления. Этот вопрос мы освещали достаточно подробно. Это и экологические налоги, и экологическое страхование и т. п.

Решение намеченных проблем потребует подготовки специалистов, способных понимать и решать эти проблемы. Для этого они должны быть хорошо подготовлены по технологическим вопросам экологизации производственной и непроизводственной деятельности. Сам процесс обучения должен быть оснащен новыми учебными и методическими пособиями, в которых была бы отражена стратегия устойчивого развития и возможности ее реализации в наших условиях. Более того, проблему устойчивого развития следует ввести в программу среднего и высшего образования. В средствах массовой информации следует широко пропагандировать идеи устойчивого развития, связывая их с насущными задачами, стоящими как перед страной в целом, так и перед отдельными регионами.

СТРАТЕГИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС

Состояние общества определяется состоянием науки и технологий. Последнее определяет все стороны жизни общества — перспективы социально-экономического развития, обороноспособность страны, качество окружающей среды, духовную и политическую культуру населения, его защищенность от воздействия опасных природных и антропогенных факторов. Духовное и физическое здоровье населения также зависят от научных знаний.

Экономический кризис в стране не мог не затронуть научно-техническую базу. Под влиянием низкого платежеспособного спроса на научно-техническую продукцию сворачивается инновационная деятельность. Доля бюджетных расходов на науку существенно сократилась. Быстрыми темпами снижаются объемы прикладных исследований, а также крупномасштабных разработок. Сокращаются и перспективные заделы, которые призваны обеспечить развитие высокотехнологических и наукоемких производств в будущем. Стареют научные кадры. Существенно устаревает научное оборудование. Не выполняются международные соглашения в сфере науки и техники.

Такое положение необходимо изменить, поскольку оно угрожает национальной безопасности страны и не позволяет решать проблему устойчивого развития общества. Реальные возможности такого изменения имеются. Для этого необходимо направить развитие науки на преодоление технологического кризиса и достижение конкурентоспособности по приоритетным направлениям. Это позволит улучшить инновационные условия, необходимые для реализации научно-технических разработок.

Стратегической целью государственной научно-технической политики должно быть формирование такого научно-технического потенциала, который отвечал бы требованиям устойчивого развития. Необходимо обеспечить конкурентоспособность экономики, духовное развитие науки, а также укрепление обороноспособности страны. Для реализации такой стратегии необходимо добиваться увеличения вклада науки и техники в решение важнейших экономических и социальных задач. Необходимо обеспечить ускоренное развитие научно-технического потенциала и эффективного его использования. Должны быть проведены структурные преобразования в производстве и сфере услуг. Увеличение научно-технического потенциала позволит повысить эффективность производства продукции и ее конкурентоспособность. Все это благоприятно скажется на экологической обстановке и ресурсосбережении. Научно-технический прогресс позволит укрепить обороноспособность страны. Будут обеспечены гарантии безопасности личности, общества и государства. Для обеспечения непрерывности научно-технического прогресса необходимо усиливать связь науки и образования.

Для того, чтобы достичь указанных целей, необходимо решить целый ряд практических задач. Прежде всего, надо разработать механизмы формирования и стимулирования спроса на высокие технологии, а также на результаты научных исследований. Отбор и реализация наиболее эффективных достижений науки и техники должен проводиться на основе федеральной контрактной системы. Имеющиеся ресурсы необходимо концентрировать на приоритетных направлениях развития науки и техники. Необходимо осуществить структурную перестройку научных исследований и разработок и обеспечить государственную поддержку в тех областях научно-технических исследований, которые принципиально важны для государства, для обеспечения жизненных интересов общества. Для того, чтобы научные исследования проводились и использовались на мировом уровне, необходимо создать соответствующую инфраструктуру. Надо обеспечить трансформацию результатов научно-технических исследований в научно-технические решения, которые были бы коммерчески эффективными, экологически безопасными

и конкурентоспособными. Эти решения должны проявляться в виде технологий, товаров и услуг. Для повышения престижности научного труда, закрепления кадров, а также привлечения молодежи в научно-техническую сферу необходимо создать систему стимулов на федеральном и региональном уровнях. Необходимо реформировать систему организации научной деятельности и подготовки кадров для науки и наукоемких производств, а также для других видов интеллектуальной деятельности. Надо добиться того, чтобы кадровый потенциал соответствовал задачам технологического перевооружения и требованиям устойчивого развития. Важную роль в сфере научно-технического прогресса играют международные связи. Поэтому необходимо расширить международное научно-техническое сотрудничество. Оно должно строиться на взаимовыгодной основе. Необходимо создать условия для того, чтобы российские ученые могли успешно участвовать в разработке и реализации международных проектов. Надо привлекать иностранные инвестиции в научно-техническую и инновационную сферы.

Все указанные выше задачи должны быть решены в интересах устойчивого развития общества. Необходимо формировать необходимые для этого организационные, экономические, нормативно-правовые, информационные виды обеспечения научно-технической и инновационной деятельности.

Можно выделить три этапа на пути научно-технического прогресса. На первом этапе научно-техническая политика была ориентирована на оборонные цели. На втором этапе эта политика постепенно переориентируется на поддержку и достижение нового качества экономического роста. И только на третьем этапе научно-техническая политика расширяет сферу своего влияния и включает в свои рамки и задачу улучшения жизни людей путем развития трудосберегающих и экологически безопасных технологий. На этом этапе происходит переход к гуманитарно ориентированной научно-технической политике. Это классическое развитие научно-технического прогресса в ведущих индустриальных державах мира в послевоенных условиях.

Для нашей страны эти этапы имели свою специфику. Так, на первом этапе имелся существенный разрыв между технологиями, которые были ориентированы на оборону, и технологиями общего применения. Для того, чтобы преодолеть этот разрыв, необходимы существенные инвестиции, финансовые вливания, которые отсутствуют. Поэтому мы остаемся на первом этапе научно-технического развития, и без преодоления общего перенапряжения и дефицитности экономики переход ко второму этапу невозможен. А между тем в оборонной сфере в стране имеется значительный технологический задел по многим перспективным экологически чистым

технологиям двойного назначения. Это получение новых материалов, микроэлектроника, технологии тепловизорной техники, информационные технологии, биотехнологии, технологии высокоэффективных тепловых двигателей, высокопроизводительное промышленное оборудование и робототехника, уникальные технологии экспериментальной отработки и испытания сложных технических систем и др. В будущем надо приложить все усилия для того, чтобы эти технологии перешли в коммерческую стадию.

Таким образом, нам еще предстоит перейти рубеж между первым и вторым этапами научно-технического развития. Для перехода во второй этап государство должно активно содействовать наиболее полному вложению научно-технических активов в развитие и поддержание экономики. Если этого не сделать, то России остается сохранить имеющуюся сырьевую направленность развития. Но этот путь не обеспечит вхождения страны в число технологических лидеров. Задача перехода страны на второй этап научно-технического развития крайне сложная. Этот переход должен осуществляться при прямом участии государства в распределении ресурсов. Но при этом надо обеспечить предпринимательский интерес к научно-технологическим новациям. Экономическая и социальная среда должна способствовать мобилизации ресурсов всего общества на приоритетных направлениях технологического развития.

На пути к устойчивому развитию нам предстоит пройти три качественно разных этапа. В течение первого этапа необходимо определить конкретные отрасли для технологического развития или технологической защиты, а также переориентировать научно-технический потенциал страны на решении задач по сокращению технологического отставания. Должны быть ликвидированы прямые угрозы научно-технологическому потенциалу России. При этом экологические нормы и ограничения должны соблюдаться в обязательном порядке. За этот период необходимо сформировать и реализовать стратегию технической политики. Эта стратегия должна способствовать технологическому росту. Должна быть создана правовая и организационная база для формирования спроса на инновации. Это сформирует спрос на продукцию научно-технологической сферы. Сама научно-технологическая сфера должна быть реформирована и реструктуризирована. Успешное выполнение задач этого периода возможно только при государственной поддержке фундаментальной науки и при создании условий для взаимодействия науки и производства, при развитии научно-технической инфраструктуры, а также при государственном содействии кооперации при заказах на научно-технологические разработки. Это основные условия, хотя имеется и целый ряд других условий.

Второй период примерно соответствует описанному выше второму этапу. Основная задача в это время будет состоять в том, чтобы ликвидировать технологическое отставание России от промышленно развитых стран. Примерно в течение 20 лет должна быть создана экономическая и технологическая база, которая позволит начать движение в направлении третьего этапа.

В течение второго периода необходимо добиться ускоренного развития компьютерных информационных технологий, которые должны обеспечивать автоматизацию проектирования и создания новых технологий и продуктов, автоматизацию телекоммуникационных процессов, которые позволят интегрировать информацию и производства, размещенные в разных регионах планеты, в единую информационно-технологическую систему. В этот период реально надеяться на замедление роста антропогенного пресса на локальные экосистемы и биосферу в целом. Для этого надо будет увязывать разработку и внедрение производственных и потребительских технологий с программами повышения качества окружающей среды. Это надо делать в первую очередь в зонах экологического кризиса. Нормализацию обстановки на экологически неблагоприятных территориях следует проводить на строго научной основе, после основательной научной проработки.

В третий период акценты развития должны быть смещены в сторону улучшения сферы обитания человека через развитие экологически безопасных технологий. Конечная цель этого этапа является обеспечение перехода на путь устойчивого технологического развития при последовательном повышении удельного веса критериев сохранения и восстановления природной среды, улучшения качества жизни, труда и досуга населения. На этом этапе необходимо стремиться к гармонизации человеческой жизни, сохранению и облагораживанию среды обитания. Должны внедряться технологии, которые избавляют человека от монотонной работы и способствуют развитию творческого начала личности. Параллельно должна осуществляться экологизация производства, в результате чего должны уменьшаться техногенные нагрузки на природные ресурсы и природную среду.

В решении глобальных проблем Россия должна расширять сотрудничество и кооперацию с другими государствами. При этом следует исходить из того, что наука и технологии в будущем должны приобретать гуманистическую направленность. Они должны обеспечивать высокую степень надежности, исключающую техногенные опасности для страны и мира в целом. Необходимо развивать такие технологии, которые позволяли бы перейти к новому технологическому укладу и обеспечивать устойчивое развитие в условиях сбережения природных ресурсов. Новый технологический уклад потребует новых методов управления.

Основой любых технологических разработок является фундаментальная наука. Поэтому государство должно ее развивать. Но система научных организаций, которые имеют государственный статус, должна быть адаптирована к новым условиям. Они должны работать на принципе самоуправления, но при гарантированной государственной поддержке. Государство должно провести целый ряд организационных мероприятий, в результате которых фронт фундаментальных исследований сконцентрируется на важнейших научных направлениях, которые необходимы для решения проблемы устойчивого развития. Некоторые из этих направлений: биотехнология и генная инженерия, микроэлектроника, микротехника и микромеханика, поддержание равновесного состояния биосферы, освоение космического пространства, экологическая безопасность.

Результаты фундаментальных научных исследований должны внедряться в различных отраслях экономики. Государство должно обеспечить фундаментальные исследования бюджетным финансированием. Оно должно также обеспечить развитие инфраструктуры фундаментальной науки. Необходимо реализовать идею создания учебно-исследовательских университетов. Это позволит осуществить на практике интеграцию высшей школы и академий наук и будет способствовать пополнению академического сектора науки молодыми кадрами.

Одним из результатов фундаментальной и прикладной науки должны быть высокие экологически безопасные технологии. Без них бессмысленно говорить о стратегии устойчивого развития общества. Эти технологии должны отвечать как задачам модернизации и интенсификации производства, так и требованиям социальной и экологической безопасности. Они должны способствовать рационализации природопользования.

К высоким экологически безопасным технологиям следует отнести технологии, которые направлены на управление природными ресурсами, на сбережение, защиту и восстановление окружающей среды, а также на улучшение условий труда и качества жизни. Это управление должно реализоваться через глобальную программу по оценке изменения климата Земли. Что касается энергетики, то здесь акценты должны быть смещены на разработку экологически чистых и безопасных технологий. Речь идет в первую очередь о разработке безопасных типов ядерных реакторов (в том числе и подземных). Необходимо разработать технологии удаления и захоронения радиоактивных отходов, а также безопасного демонтажа атомных электростанций.

В первую очередь надо создавать технологии, имеющие межотраслевой характер. Благодаря им должен быть получен новый продукт при условии существенного улучшения качества окружающей

среды. Такие технологии называют критическими. Информационные и коммуникационные технологии также являются высокими и одновременно критическими. Надо, прежде всего, развивать компьютерные информационные технологии, которые обеспечивают автоматизацию проектирования и создания новых технологий и продуктов, автоматизацию телекоммуникационных процессов, позволяющих интегрировать в единую информационно-технологическую систему информацию и производства, которые размещены в разных регионах.

Бессмысленно говорить об устойчивом развитии без повышения образовательного уровня общества. Переход к устойчивому развитию требует высококачественного высшего и послевузовского профессионального образования. Надо в короткий срок создать условия для равноправного доступа к высшему и послевузовскому образованию всех граждан страны. Необходимо всемерно развивать интеллектуальный и духовный потенциал, формировать систему высшего образования с учетом потребностей общества и рынка. Надо реализовать принцип интеграции фундаментальной науки и образования.

Для достижения указанных целей необходимо развивать совместные, фундаментальные исследования в высших учебных заведениях, Российской академии наук, отраслевых академиях наук, государственных научных центрах страны и т. д. Должно быть обеспечено взаимодействие образовательного процесса с академической наукой. В целях совершенствования учебного процесса в вузах необходимо формировать информационную базу фундаментальных исследований. Надо развивать опытно-экспериментальную и приборную базу фундаментальных исследований. Она должна использоваться совместно научными сотрудниками, преподавателями, студентами, аспирантами вузов и научно-исследовательских организаций. Развитие фундаментальной науки невозможно без поддержки экспедиционных и полевых исследований, которые выполняются научными сотрудниками, преподавателями и студентами высших учебных заведений совместно со специалистами академического сектора науки. Для проведения фундаментальных исследований в высших учебных заведениях должны быть созданы престижные условия.

Для того, чтобы все это реализовать, надо будет кардинально реформировать высшие учебные заведения. Надо создать на базе ряда классических университетов и ведущих научных организаций академического профиля учебно-исследовательские университеты. Перед ними должна стоять задача получения новых знаний и подготовка специалистов высшей квалификации для проведения фундаментальных научных исследований. На базе высших учебных за-

ведений отраслевого и межотраслевого профиля и научно-исследовательских институтов, которые имеют экспериментальную базу, необходимо создать исследовательские технические университеты.

Мы уже подчеркивали роль государства в развитии научно-технической сферы. В новых экономических и политических условиях необходимо сформировать такой механизм воздействия государства на научно-техническую сферу, который соответствовал бы этим условиям. Прежде всего, государственный сектор в научно-технической сфере должен быть преобразован так, чтобы отдельные стратегически важные подразделения научных организаций государственной формы собственности были объединены в научно-технические комплексы. Принцип при создании этих комплексов должен быть такой: каждый такой комплекс должен быть лидирующим в определенной области науки и техники. Он должен быть способным по техническому и кадровому потенциалу обеспечить разработку и реализацию новейших достижений в науке и технике. Затем эти комплексы будут объединяться в центры науки и высоких технологий. Эти центры помимо указанных комплексов будут включать в себя и производственные структуры, а также высшие учебные заведения. Это необходимо для обеспечения непрерывности всего научно-инновационного цикла — от фундаментальных исследований, подготовки кадров, прикладных исследований и разработок до производства и поставки новой продукции. Государственные научные центры, которые выполняют фундаментальные и прикладные исследования по важнейшим направлениям науки и техники, будут продолжать свою работу под патронажем государства. Одновременно они будут проводить исследования в интересах отраслей экономики на условиях договоров.

Формы финансирования науки должны быть принципиально изменены. Необходима такая система финансирования, которая стимулировала бы развитие науки. Специалисты считают, что должна быть принята законодательно такая система бюджетного финансирования, при которой общие расходы на науку из федерального бюджета будут составлять не менее 2% валового внутреннего продукта. В федеральном бюджете необходимо определить удельный вес финансирования фундаментальной науки. Финансирование в системе академической науки должно проводиться на конкурсной основе — через систему грантов Российского фонда фундаментальных исследований и Российского гуманитарного научного фонда. На конкурсной основе должно вестись и бюджетное финансирование прикладных научных исследований и разработок. Оно должно вестись по программам и проектам, которые соответствуют приоритетным направлениям развития науки и техники, а также перечню критических технологий федерального уровня. Все эти про-

граммы и проекты должны иметь сквозную направленность. В них должны быть предусмотрены все звенья единого процесса от исследований и разработок до производства продукции или освоения новой технологии. Что касается системы возвратного бюджетного кредитования научных исследований, то здесь необходимо внедрить новую форму проведения конкурсов научно-технических проектов, которые должны быть реализованы быстро. Эти кредиты должны предоставляться под сниженную учетную ставку Центрального банка. На принципе возвратности работают и внебюджетные фонды. Они должны служить дополнительными источниками финансирования быстрореализуемых, эффективных научно-технических проектов. Необходимо привлекать и частные инвестиции, средства страховых фондов, систему лизинга в науке и т. п.

Предприятиям, которые реализуют научно-технические достижения, должны предоставляться налоговые льготы. Это должно касаться, прежде всего, малых и средних предприятий.

Должны быть разработаны и приняты соответствующие новым условиям и задачам нормативные документы в области науки. Это касается инновационной деятельности, государственной инновационной политики, защиты интеллектуальной собственности, а также поддержки отечественных товаропроизводителей наукоемкой продукции.

Что касается инновационной сферы, то здесь усилия и ресурсы должны направляться на создание инфраструктуры инноваций, формирование новационного рынка, нормативно-правовой базы инновационной деятельности и реализацию высокоэффективных проектов. Государственная инновационная политика должна предусматривать реализацию критических технологий и направлений, которые способны преобразовать соответствующие отрасли экономики и расшивать узкие места в экономике страны и отдельных регионов. Эта политика должна способствовать созданию системы государственно-общественной поддержки инновационной деятельности, повышения конкурентоспособности, развития производства и экспорта наукоемкой продукции. Главное при этом правильно выбрать относительно небольшое число важнейших базовых технологий, которые способны оказать решающее влияние на повышение эффективности производства и конкурентоспособности продукции и обеспечить переход к новому технологическому укладу, а также реализация технологий двойного назначения. Речь идет о технологиях, которые будут использоваться как для производства вооружений и военной техники, так и для производства продукции гражданского назначения. Кроме органов государственного управления, коммерческих структур, финансово-кредитных учреждений в процессе активизации инновационной деятельности должны при-

нимать участие и общественные организации на федеральном и региональном уровнях. Необходимо разработать и совершенствовать нормативно-правовую базу инновационной деятельности, а также механизмов ее стимулирования. В такой базе нуждаются и система институционных преобразований, защита интеллектуальной деятельности в инновационной сфере. Необходимо обеспечить развитие инфраструктуры инновационного процесса, включая создание национального информационного фонда инновационных проектов и системы финансирования с привлечением государственных, частных и зарубежных инвестиций в инновационную сферу. Необходимо на конкурсной основе создать систему отбора инновационных проектов и программ.

СОЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ И СТРАТЕГИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Целью устойчивого развития в социальной сфере является "достижение научно-обоснованных параметров качества жизни людей, увеличение средней продолжительности жизни населения, улучшение среды обитания человека, развитие его социальной активности, рационализация масштабов и структуры личного потребления, обеспечение равных возможностей в получении образования и медицинской помощи, социальная защита престарелых, инвалидов и других социально уязвимых групп населения".

В настоящее время мы очень далеки от достижения этой цели как в целом по стране, так и (особенно) в северном регионе страны. Социальные условия сейчас характеризуются значительным падением уровня реальных доходов большей части населения и гипертрофическим ростом дифференциации доходов в пользу высоко подоходных групп, с одной стороны, и ростом масштаба бедности — с другой, безработицей в разных ее формах. Все это представляет серьезную опасность для социально-экономической стабильности в обществе.

При решении проблемы социального развития в рамках стратегии устойчивого развития надо исходить из того, что социальная сфера, экономика и окружающая среда неразрывно связаны. Но в системе управления обществом ведущая роль должна принадлежать социальной политике. Для решения проблемы социального развития необходимо, прежде всего, определить важнейшие направления и методы решения проблемы, выделить приоритеты и наметить возможные подходы и варианты их решения. Вывести обще-

ство из создавшегося кризисного социального состояния можно только путем хорошо обоснованной активной социальной политики. Формы и методы реализации этой политики должны принципиально отличаться от тех, которые применяются сегодня. Но надо помнить, что успех может быть достигнут только при активном взаимодействии политики социальной с политикой экономической.

В новой социальной политике важным является принцип суверенности интересов различных групп населения. Богатый имеет право быть богатым. Но из этого принципа вытекает, что между разными группами общества неизбежно существуют противоречия и создаются конфликтные ситуации. При таком подходе не может быть выработана такая социальная политика, которая в одинаковой степени решала бы проблемы всех групп населения. В развивающемся обществе не могут все быть одинаковыми. Равновесие общества должно поддерживать государство путем создания и поддержания баланса интересов между разными группами общества. Государство, с одной стороны, должно выступать гарантом организации общества, а с другой стороны, оно должно решать задачу отладки связей между социальной и экономической сферами жизнедеятельности. Необходимо решать социальную проблему на путях воссоздания негосударственных социальных институтов, повышения ответственности трудоспособных граждан за самообеспечение, развития и реализации человеческого потенциала.

Для выхода из кризисного состояния важно решить задачу адаптации трудоспособного населения к новым реалиям жизнедеятельности. Наименее защищенные группы населения должны быть социально защищены. Необходимо создать механизмы и институты, которые позволяли бы гражданам участвовать в реализации социальных проектов. Надо защитить от упадка сферу социального обслуживания населения. Социальное развитие должно финансироваться из бюджетов всех уровней с привлечением внебюджетных фондов и средств предприятий.

На втором этапе, когда будет достигнут устойчивый рост производства и экономика стабилизируется, социальная политика государства видоизменится. Для общества первостепенными будут интересы и потребности тех, кто способен собственным трудом, доходами, сбережениями и т. п. самостоятельно обеспечить рост своего благосостояния. Но государство должно будет продолжать поддерживать социально уязвимые группы населения. Руководители государства всегда должны помнить, что противостояние поддержки активного населения и поддержки социально уязвимых слоев населения всегда будет чревато тяжелейшими последствиями для устойчивости общества.

В последние годы произошли изменения в структуре общества. Социальное положение различных групп и слоев населения коренным образом изменилось. Социальные структуры не отвечают создавшемуся положению. Нестабильность общества проявляет себя в политике и экономике. Она затрагивает те и другие основы стратификации общества. Первоочередной задачей является преодоление этой нестабильности. Однако она усугубляется прогрессирующей маргинализацией общества. Маргинальная среда не приемлет происходящие в обществе изменения. Это и понятно, поскольку для нормальной жизни в новых условиях требуется прилагать личные усилия, проявлять предприимчивость и при этом опираться на собственные силы. Маргинальная среда характеризуется слабой мотивацией к труду. В ней преобладают иждивенческие настроения по отношению к государственным институтам и к власти вообще. Требования к себе в этой среде чрезмерно занижены. Эта среда является источником криминализации общества. Она подпитывает межнациональные, региональные и другие конфликты.

Проблема могла бы быть решена с возникновением среднего класса. Но этот процесс идет крайне медленно, поскольку медленно встает на ноги малый и средний бизнес. Большую часть населения в настоящее время составляют социально уязвимые слои населения. Механизмы реализации социальной политики, основанной на негосударственных институтах, смогут заработать только с формированием среднего класса. Для среднего класса характерна мотивация к труду, предпринимательской деятельности, владению собственностью, созданию накоплений, стремлению к независимости и социальной стабильности. Социальные группы населения, находящиеся на более низких ступенях общественной лестницы, будут стремиться к перемещению вверх, к повышению своего общественного статуса. Все это явится условием бескризисного развития общества.

В настоящее время усилить социальную базу реформ значит улучшать качество жизни, повысить материальное благосостояние, укрепить стабильность в обществе, усилить экономическую и личную безопасность населения. Для достижения успеха необходимо развивать плюрализм организационных форм и методов в осуществлении социальной политики. При этом должна быть обеспечена множественность и разнородность субъектов на разных уровнях — федеральном, региональном и местном. Необходимо обеспечить их тесную интеграцию. Надо возродить местное самоуправление, повысить общественную инициативу, активизировать семью и личность. Необходимо всячески поддерживать организацию и деятельность добровольческих организаций. Они должны стать помощниками в реализации программы устойчивого социального развития.

Материальное и социальное положение экономически активного населения зависит от ситуации на рынке труда. От него зависит стратегия социального развития. Рынок труда необходимо регулировать.

Становление института частной собственности привело к развитию нового сектора экономики и созданию новых рабочих мест. Это обусловило формирование нового источника доходов — предпринимательского дохода и дохода от частной собственности. Развитие индивидуальной формы трудовой деятельности привело к росту самозанятости населения. Вторичная занятость также увеличила число источников дохода.

В настоящее время имеет место избыток рабочей силы. Поэтому растет открытая, частичная и скрытая безработица. Неблагоприятным признаком является преобладание среды безработных людей в наиболее работоспособном и высокопроизводительном возрасте 30—49 лет. Уровень безработицы по стране среди молодежи до 20 лет составляет более 28%, а от 20 до 24 лет — 14% от экономически активного населения этих возрастов. Примерно 40% зарегистрированных безработных — это лица с высшим и средним специальным образованием. Особенности безработицы в северном регионе описаны нами раньше.

Для российского рынка труда характерно преобладание латентных процессов над открытыми. Скрытую безработицу породила политика правительства. Поддержка малоэффективных производств, где рабочим не выплачивают зарплату, привела к развитию скрытой безработицы. Формально правительство выбрало курс сохранения высокого уровня занятости. При более жесткой кредитно-денежной политике такие производства не могли бы существовать, а их рабочие пополнили бы армию явных безработных.

Имеется не только скрытая безработица, но и скрытая занятость. Лица, признанные официально безработными, могут быть латентно занятыми. Нельзя осуждать политику правительства на поддержку малоэффективных производств, поскольку это не только предотвращает массовую безработицу, но и позволяет сохранить ядро трудовых коллективов. Но эта ситуация имеет серьезные негативные стороны. Вторичная занятость часто связана с непрестижными рабочими местами, с несоблюдением техники безопасности. В малом бизнесе нарушаются трудовые права работников.

Сформировавшийся сейчас рынок труда никак не отвечает требованиям, которые предъявляются к устойчиво развивающемуся рынку труда. Такой цивилизованный рынок труда еще предстоит сформировать. Надо начинать с формирования эффективной политики на рынке труда, такой политики, которая позволила бы эф-

фективно воздействовать на трудовую сферу в ближайшем и отдаленном будущем. Государство должно обеспечить гарантии личности в трудовой сфере. Это необходимое условие устойчивого развития. Без таких гарантий нельзя ждать позитивных изменений в трудовой сфере. Государственные гарантии должны включать в себя право каждого гражданина на свободный выбор работы и рода занятий. Государство должно исходить из того, что отдельный работник — это заведомо наиболее слабый и уязвимый юридический субъект. Поэтому законодательство обязано обеспечивать его защиту в его отношениях с другими агентами на рынке труда. Государственная политика занятости должна быть направлена не на искусственное сдерживание роста безработицы, а на разработку и внедрение мер по возвращению безработных в сферу занятости. Это должно позволить предотвратить возникновение хронических форм безработицы. Нельзя ограничиваться только выплатой пособий безработным. Таким путем ситуацию на рынке труда не переломить. Необходимо использовать активные меры политики регулирования рынка труда. Надо содействовать трудоустройству, обучать и переобучать работников, проводить работу по психологической адаптации к новым экономическим условиям с тем, чтобы стимулировать самостоятельный поиск работы.

Активная политика борьбы с безработицей не должна ограничиваться указанными мерами. Должна вестись работа и в других направлениях. Так, надо правильно ориентировать молодежь, которая впервые вступает на рынок труда. Необходимо создавать эффективные механизмы содействия безработным и высвобождаемым работникам в трудоустройстве. Службы занятости обязаны активно взаимодействовать с работодателями. Надо по возможности максимально расширять виды общественных работ исходя из качественного состава безработных с учетом социально-экономических потребностей регионов. Необходимо стимулировать создание основных рабочих мест на предприятиях всех форм собственности. Для этого надо максимально использовать рычаги налоговой и кредитной политики. Используя систему налоговых льгот и кредитной поддержки, надо делать все возможное для развития среднего и малого бизнеса. Для этого надо развивать систему обучения начинающих предпринимателей, предоставления экспертных гарантий и информационных услуг. Только умелым сочетанием активных и пассивных форм регулирования рынка труда можно удерживать безработицу в социально приемлемых рамках. Нельзя забывать, что экономическое реформирование без соответствующей социальной политики может привести к серьезным социальным нарушениям, которые не позволят до конца реализовать экономические реформы.

Система социального страхования должна быть кардинально преобразована в соответствии со стратегией устойчивого развития. Эти преобразования должны коснуться следующих моментов. В настоящее время внебюджетные социальные фонды созданы таким образом, что становится возможным перераспределять средства страховых фондов и (что главное) использовать их не по назначению. Такую ситуацию надо изменить и создать такие основы формирования внебюджетных социальных фондов, чтобы это стало невозможным. Надо преодолеть дефицит бюджетов внебюджетных социальных фондов. Суммы обязательных страховых отчислений должны покрывать расходы на социальные выплаты. Финансовая дисциплина страховых взносов должна быть повышена. Надо создать такие условия, при которых платежи во внебюджетные социальные фонды вносились бы своевременно и в полном объеме. Надо изменить систему налогов на фонд оплаты труда так, чтобы это способствовало легализации трудовой активности граждан и сокращению теневого сектора приложения труда. Текущие выплаты гражданам должны в обязательном порядке индексироваться. Для этого надо разработать соответствующие механизмы. Средства фондов должны эффективно капитализироваться.

Должны неукоснительно выполняться основные принципы страховой деятельности. Это такие принципы: "Фондовая организация средств, отделение фондов социального страхования от государственного бюджета, эквивалентность поступающих страховых взносов и платежей и расходов, связанных с выполнением обязательств перед застрахованными; целевое использование средств страховых фондов, самоуправляемость фондов, возможность капитализации средств". Добиться выполнения этих принципов непросто. Для этого потребуется достаточно продолжительное время, в течение которого государство должно брать на себя ответственность за определенный минимум социальных гарантий. Оно в этот период должно выступать гарантом платежеспособности страховых фондов. Эти гарантии должны реализоваться на возвратной основе.

Система социального страхования должна быть многофондовой. Каждый из страховых фондов должен быть в состоянии возмещать ущерб от различных социальных рисков (потери работы, болезнь, травма на производстве, достижение пенсионного возраста и др.). Разграничению видов социального страхования должна соответствовать организационная структура системы социального страхования. Для упорядочения движения ресурсов и повышения социального эффекта расходования средств в сфере охраны здоровья населения необходимо объединить средства всех фондов социального страхования и обязательного медицинского страхования.

Система социального страхования должна быть динамичной. С течением времени должны вводиться новые формы и виды социального страхования. Так, в настоящее время необходимо вводить в практику страхование от несчастных случаев на производстве, а также от профессиональных заболеваний. В этом случае должны вносить взнос работодатели. Он должен определяться уровнем страховых рисков, а также уровнем расходов на их компенсацию. Тарифы страховых взносов должны быть различными в зависимости от состояния профессиональной и общей заболеваемости, от производственного травматизма, а также других социальных и профессиональных рисков. Эта дифференциация должна основываться на классификации отраслей и подотраслей экономики по уровням рисков, которые связаны с несчастными случаями на производстве, а также и профессиональными заболеваниями.

Наименее рискованной отраслью является бюджетная сфера. Это образование, здравоохранение, культура, социальная защита, государственное управление. Сюда же следует отнести и сельское хозяйство, а также большинство отраслей обрабатывающей промышленности. На этот сектор экономики необходимо снизить нагрузку на фонд оплаты труда.

Необходимо вводить в практику страхование граждан, которые не имеют детей. Это послужит поддержкой недееспособных и одиноких граждан, когда они достигнут преклонного возраста. В данном случае граждане могут вносить взносы по принципу добровольности или в определенных случаях в обязательном порядке.

Система социального страхования должна быть реформирована таким образом, чтобы непосредственные функции сознательного страхования перешли от государства к негосударственным организациям. Формы функционирования этих организаций могут быть самыми различными.

Надо всячески развивать системы добровольного социального страхования, которые проводятся за счет личных взносов граждан, а также взносов работодателей. Надо создавать такие условия, при которых увеличивалась бы личная ответственность работников за их материальное благополучие, а также сохранение своего здоровья и трудоспособности. Высокая эффективность социальной политики в перспективе может быть достигнута только путем проведения кардинальных реформ социального страхования в направлениях, указанных выше.

Устойчивость социально-экономической системы во многом определяется действующей пенсионной системой. Ее успешным функционированием определяется общий социальный климат. От него зависят и перспективы социально-экономического развития

общества в будущем. По сути, речь идет о взаимодействии и взаимосвязи различных поколений людей, что очень наглядно проявляется в отношении к пожилому населению.

В настоящее время действующая система пенсионного обеспечения не отвечает требованиям устойчивого развития общества. В условиях финансовой нестабильности при низкой платежной дисциплине уплаты страховых взносов и при значительном объеме льгот, которые не обеспечены финансовыми ресурсами, обязательства перед пенсионерами не выполняются. Эта система должна быть реформирована. Разработанная программа реформы пенсионного обеспечения предусматривает создание пенсионной системы в трех уровнях.

Первый уровень новой системы — это базовая пенсия, которая заменит социальную пенсию. Роль этой пенсии будет возрастать, поскольку число лиц без достаточного стажа растет и будет расти. Второй уровень — это трудовая (страховая) пенсия. Организация пенсионного страхования должна базироваться на сочетании накопительного и распределительного подходов к реализации пенсионных прав граждан. Объем этой пенсии должен зависеть от участия данного лица в социальном страховании. Должны учитываться как величина взносов, так и продолжительность страхования. Источники финансирования трудовых пенсий должны быть два — взносы будущего пенсионера и вклады работодателя. В организации трудовых пенсий последовательно должны осуществляться страховые принципы. Это значит, что категорически исключаются какие-либо привилегии для отдельных групп или слоев населения. Негосударственные пенсии представляют третий уровень пенсионной системы. Эта пенсия может назначаться как в форме дополнительных, профессиональных программ отдельных предприятий, отраслей экономики или территорий, так и в форме личного пенсионного страхования граждан. В последнем случае граждане сами копят средства на свое дополнительное пенсионное обеспечение в страховых компаниях или пенсионных фондах. Для этого должны быть созданы частные (негосударственные) пенсионные фонды.

Все пенсионные системы мира представляют собой ту или иную комбинацию двух подходов в образовании средств. Один подход (распределительная система) основан на том, что пенсию старикам выплачивают ныне работающие. Завтра им пенсию будут выплачивать те, кто еще работает. Такой подход весьма уязвим, поскольку во всем мире ощутимо идет процесс постарения населения, поскольку продолжительность жизни растет. Второй подход более логичен: каждый сам себе зарабатывает пенсию. На личном счете каждого в течение его трудовой жизни накапливаются средства, которые затем идут на выплату пенсий данного человека.

Распределительная система для России не подходит, поскольку на одного пенсионера приходится только 1,7 работающих. Поэтому принято решение постепенно реализовать накопительную систему. При этом пенсионные сбережения являются значительным инвестиционным ресурсом, который способствует экономическому росту.

Численность плательщиков в пенсионную систему сокращается и за счет роста безработицы и сокращению рабочих мест. В то же время растет число дополнительных, досрочных пенсионеров из-за сокращения штатов или закрытия несостоятельных предприятий. Поэтому по ряду причин действующая сейчас в стране система пенсионных выплат не может функционировать удовлетворительно. Поэтому необходимо собирать средства для пенсионных выплат и по накопительной схеме. Однако при этом надо иметь гарантии того, что накапливаемые работником средства не пропадут вследствие очередного финансового кризиса. Кроме того, надо быть уверенным, что накопления будущего пенсионера, вложенные в экономику, смогут с гарантией вернуться в пенсионный фонд. Сейчас такие гарантии весьма проблематичны. Таким образом, проблема пенсионного обеспечения далека от своего разрешения. На ее решение оказывают влияние все социально-экономические и политические факторы.

Чтобы хоть как-то приблизиться к модели устойчивого развития общества, необходимо кардинально реформировать и систему медицинского обслуживания населения. Ситуация здесь существенно изменилась и потому, что в этой сфере сейчас функционируют организации различных форм собственности, которые имеют различные источники финансирования. Новая система должна развиваться в виде обязательного медицинского страхования, личного страхования и взаимного страхования. Роль государства должна оставаться ведущей.

В Концепции устойчивого развития указано, что основными задачами обеспечения устойчивого развития здравоохранения являются:

— предоставление населению качественной помощи для восстановления утраченного здоровья в более короткие сроки;

— осуществление структурных преобразований в системе здравоохранения для увеличения объема мероприятий медицинской профилактики:

— реформирование первичной медицинской помощи и лекарственного обеспечения;

— повышение эффективности использования ресурсов в здравоохранении;

— участие населения в решении вопросов охраны здоровья;

— повышение уровня квалификации медицинских работников (совершенствование системы подготовки, переподготовки, сертификации, социальная защита работников здравоохранения от профессиональных рисков).

В будущем необходимо существенно улучшить положение по целому ряду основных направлений здравоохранения. Это охрана материнства и детства, совершенствование медицинской помощи подросткам, принятие комплекса мер по обеспечению психического здоровья населения, дальнейшее развитие психиатрической, наркологической, антиалкогольной помощи, активация деятельности по борьбе с туберкулезом, венерическими болезнями, паразитарными инфекциями и другими социально опасными заболеваниями. Возрастет в будущем и роль немуниципального сектора, который сейчас еще формируется. Это касается особенно специализированной помощи. Надо создавать все условия для развития частной медицинской деятельности. При этом надо на практике обеспечивать гарантии негосударственным некоммерческим медицинским организациям и лицам, которые занимаются медицинской деятельностью наравне с государственными и муниципальными организациями. Это должно относиться как относительно системы обязательного медицинского страхования, так и участия в реализации федеральных и региональных целевых программ. Это участие должно осуществляться на конкурсной основе.

Радикально должно измениться качество медицинской помощи. Основные объемы медицинской помощи должны быть перенесены из дорогостоящего стационарного сектора в амбулаторный. Необходимо развивать первичную медико-санитарную помощь на базе врачебных практик. Все это существенно повысит эффективность системы здравоохранения.

Главным звеном при получении населением медицинской помощи является первичная медико-санитарная помощь. В будущем ее должны составить институт врача общей (семейной) практики и поликлинические организации разного типа. Что касается семейных врачей, то они должны иметь статус самостоятельного хозяйственного субъекта. Они самостоятельно должны формировать бюджет практики и распоряжаться средствами для финансирования объема медицинской помощи своим пациентам. Должны заработать принципы экономической заинтересованности и конкуренции. В новых условиях врач общей практики (семейный врач) будет ответственным за рациональный медицинский маршрут пациентов. Он будет заинтересован в непрерывности наблюдения пациента.

Поликлиники приобретут центральный статус в системе здравоохранения. В них будет сосредоточена консультативно-диагностическая служба со специализированными лабораториями и диагно-

стическим оборудованием. На базе поликлиники будут развернуты отделения реабилитации и терапии, службы ухода, дневные стационары, центры амбулаторной хирургии, медико-социальной помощи и т. п.

Стационарная медицинская помощь населению должна быть существенно изменена. Длительность госпитального этапа должна быть сокращена за счет реструктуризации стационаров по степени интенсивности лечебно-диагностического процесса. В стационарах дневного и краткосрочного пребывания объем медицинской помощи будет расширяться. Должны широко внедряться стационарозаменяющие технологии. Это центры амбулаторной хирургии, службы долечивания на дому и т. п. Это позволит существенно сократить количество койко-дней пребывания в стационаре. Все это уже сейчас надо брать в расчет при реконструкции больниц.

Необходимо четко разделить функции между каждым этапом оказания медицинской помощи, а также различными типами медицинских учреждений. Только так можно обеспечить качество оказываемой медицинской помощи, поскольку это позволит соблюдать непрерывность лечебно-диагностического процесса на всех этапах лечения. Чтобы все это реализовать, надо создать еще один более высокий уровень управления и регулирования медицинской помощи.

Перечень всех видов медицинской помощи, финансирование которой гарантируется государством и фондом обязательного медицинского страхования, должен быть утвержден законодательно. Надо создать такую систему финансирования здравоохранения, которая была бы инструментом повышения социальной эффективности и управления качеством оказываемой медицинской помощи. Чтобы все это осуществить, надо проделать существенную работу в разных направлениях.

Прежде всего, необходимо разработать законодательные механизмы, которые обеспечивали бы соответствие финансовых ресурсов объемам обязательного медицинского обслуживания населения. Обязательно надо выровнять финансовые возможности регионов по осуществлению минимальных государственных гарантий медицинского обслуживания таким образом, чтобы они соответствовали сложившимся демографическим, социальным и экономическим условиям регионов. Должны быть разработаны и обоснованы механизмы участия населения в покрытии затрат на оказание медицинской помощи в сочетании с адресной социальной помощью отдельным группам населения.

Необходимо значительно расширить социальную базу здравоохранения. Важное место принадлежит внедрению в практику здорового образа жизни.

Особенно важную роль в переходе общества к устойчивому развитию должно сыграть образование. От образованности членов общества зависит возможность такого перехода. Граждане должны знать правовые и этические нормы, которые регулируют отношения человека к природе и обществу. Они должны уметь применять эти знания на практике, в их повседневной и профессиональной деятельности. Граждане должны быть способны понимать сущность происходящих социально-экономических преобразований. Они должны быть привержены принципам и этике устойчивого развития. Базовыми показателями развития человеческого потенциала являются уровень образования населения, а также гарантированные возможности его получения. Накопление, наследование, воспроизводство научных знаний, культурных ценностей и этических норм происходит именно благодаря образованию.

В процессе образования граждане должны получать правильное представление об окружающем их мире. Они должны воспринимать развитие всего мира как единого целого. Развитие человечества — только часть процесса взаимодействия общества и природы. Надо воспитывать гуманизм, бережное отношение к историко-культурному наследию, к живой и неживой природе. Самообразование каждого члена общества должно быть непрерывным. В изменяющемся мире это необходимо.

Основные цели реформирования системы образования состоят в следующем:

"— приобретение глубоких и разносторонних знаний;

— развитие аналитических способностей и критического мышления;

— развитие самоанализа и осознание собственных возможностей;

— побуждение творческих способностей, инициативы, воображения;

— развитие чувства ответственности за свои действия;

— выработка способности преодолевать нежелательные импульсы и вредные привычки;

— развитие коммуникабельности;

— помощь людям в адаптации и подготовке к переменам;

— формирование глобального видения мира;

— формирование способности оперативно и эффективно решать возникающие проблемы".

Центральной фигурой всей системы образования является учитель. Реформировать систему образования в указанном направлении невозможно без изменения статуса учителя. Надо в корне изменить отношение общества к учителю. Но и общество вправе требовать от учителя полной самоотдачи. В процесс обучения должны

быть привлечены талантливые люди с самыми высокими побуждениями. Их труд, естественно, должен хорошо оплачиваться. Все это и является главным в реформе системы образования.

Принципы устойчивого развития общества предусматривают равные возможности в образовании. Это будет возможно только в том случае, если образование останется общедоступным, а полное общее и начальное, профессиональное образование будут бесплатными. Бесплатным должно быть среднее и высшее образование. Но это должно реализоваться на конкурсной основе. Все это должно гарантировать государство. Оно должно обеспечить территориальную доступность школ, обоснованный минимум учебного оборудования, учебных пособий и т. п. Надо обеспечить обучение по таким программам, которые давали бы ученикам любой школы возможность получить высшее образование. Необходимо развивать системы образовательных учреждений различных форм, типов и видов.

Система образования страны должна основываться на обязательных для всех регионов и национальностей стандартах. Только в этом случае можно говорить об едином образовательном пространстве всей страны. Это не значит, что не надо применять разнообразные формы, которые отражали бы региональные особенности, а также национальные традиции жизнедеятельности. Должна быть обеспечена достаточность финансового обеспечения системы образования.

Изменения, происходящие в социально-экономической и политической сферах, обуславливают передачу большинства функций управления системой образования с федерального на региональный уровень. В соответствии с этим изменяется и механизм финансирования системы образования.

В новых условиях органы власти на региональном уровне могут более эффективно влиять на развитие организаций образования, на создание новых типов учреждений. В новых условиях источников финансирования становится больше. Это и плата за образовательные услуги, арендная плата и т. п. Важно, чтобы все источники финансирования системы образования консолидировались.

Важно создать эффективное управление образованием. Эффективность управления должна оцениваться по востребованности выпускников образовательного учреждения, по тому, насколько они удовлетворены работой и т. п. Эффективность образования можно повышать путем сокращения расходов на образование. Добиваться этого можно путем упорядочения расходов и отмены непрофильных мероприятий. Надо стараться мобилизовать дополнительные финансовые источники. Следует привлекать учреждения образования к подготовке и переподготовке взрослого населения.

Для того, чтобы новая система образования функционировала эффективно, потребуется создать новые структуры на федераль-

ном уровне. Они должны будут осуществлять функции контроля за уровнем и качеством обучения. Это и контроль за проведением вступительных экзаменов в вузы, и лицензирование учебных программ, и разработка федеральных стандартов и требований к преподавателям разных уровней обучения.

ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНАХ РОССИИ

В Российской Арктике имеются территории с сильными изменениями и нарушениями природной среды. Эти нарушения связаны с загрязнением наземных и прибрежных морских и речных экосистем тяжелыми металлами, нефтепродуктами, органическими соединениями различного происхождения, соединениями азота и серы, радионуклидами и т. д. Имеют место значительные механические нарушения почв и грунтов, а также перевыпас на оленьих пастбищах и чрезмерная вырубка лесов.

Список площадей нарушенных земель в Арктике России приведен в таблице 2.

Таблица 2

Площади нарушенных земель в Арктике России (тысяч кв. км)

Регион	Вырубка лесов	Перевыпас оленей	Пожары	Механические нарушения	Техногенные загрязнения:		Всего
					Пыль	Кислые осадки	
Кольский	40—45	40—45	10—15	3	20—30	100—120	
Восточно-Европейский	90—95	90—95	10—15	5—6	10—15	90—100	
Западно-Сибирский	150—160	150—160	15—18	6—7	3—4	4—5	
Средне-Сибирский	100—110	120—140	15—18	5—6	11	400—410	
Восточно-Сибирский	70—80	70—80	80—100	5—6	3—4	5—6	
Север Дальнего Востока	35—40	35—40	30—35	4—5	2—3	3	845—910

Выделены следующие основные типы загрязнения природной среды в Арктике. Это химическое, радиоактивное и тепловое загрязнения. Источниками загрязнения (в порядке убывания значимости) являются: промышленность, энергетика, военные объекты, транспорт, коммунально-бытовое хозяйство, сельское хозяйство, дальний атмосферный и водный перенос загрязняющих веществ из других регионов. Во многих случаях уровень загрязнения значительно превышает предельно-допустимые концентрации (ПДК). Сведения об этом приведены в таблице 3.

Таблица 3

Уровень загрязнения различных городов Севера

Вещества	**Мончегорск**	**Кандалакша**	**Никель**	**Архангельск**	**Сургут**	**Норильск**
Взвешенные вещества	0,66/1,20	0,41/2,20	0,03/0,80	0,76/0,80	0,92/5,00	0,77/3,20
Диоксид серы	0,55/5,64	0,39/0,80	1,06/4,80	0,28/1,23	0,11/0,04	2,33/29,66
Оксид углерода	0,29/2,40	0,31/1,00	0,15/0,40	0,37/2,80	0,47/1,40	0,06/3,00
Диоксид азота	0,51/1,65	0,64/2,59	0,30/1,88	0,54/3,18	0,65/1,40	0,84/25,70
Формальдегид	1,53/0,60	—	0,60/0,37	2,00/0,83	5,90/2,80	2,10/4,14
Твердые фториды	—	4,77/0,75	—	—	—	—
Фтористый водород	—	0,38/11,85	—	—	—	—
Бенз(а)пирен	1,30/—	1,80	0,50/	4,80/13,20	—	0,20/0,60
Сероводород	—	—	—	0,09/3,36	—	0,16/3,62
Сероуглерод	—	—	—	1,70/1,00	—	—
Фенол	—	—	—	0,40/0,99	0,90/1,20	0,37/5,10
Хлор	—	—	—	—	—	0,93/3,30
Метилмеркаптан	—	—	—	7,80/83,00	—	0,60/0,37
Фурфурол	—	—	—	0,20/4,40	—	—
Спирт метиловый	—	—	—	0,60/2,30	—	—

По причине загрязнения окружающей среды произошла деградация экосистем на площади, равной 80 тысяч квадратных километров. Влияние промышленного загрязнения испытывают экосистемы на 10% территории суши Российского Севера. Это составляет 600 тысяч кв. км.

В таблице 4 приведен перечень территорий Севера России с сильными изменениями и нарушениями природной среды. Указаны основные причины нарушения природной среды, на многих из этих территорий (они названы импактными районами) расположены общинные земли коренных малочисленных народов Российского Севера.

Таблица 4

Импактные районы Российской Арктики

№	Импактный район	Источники загрязнения	Загрязняющие вещества	Острота ситуации
1	Кольский	Металлургия, горно-добывающая пр-ть, АЭС, ТЭЦ, транспорт, добыча и транспорт углеводородов	Оксиды серы, азота, бенз(а)пирен, никель, ртуть, фтористый углерод, алюминий, стронций, радионуклиды, пыль, нефтепродукты, метанол	Кризисная
2	Северо-Двинский	Целлюлозно-бумажная пр-ть, военные объекты (Северный флот), ТЭЦ	Бенз(а)пирен и др. ПАУ, ртуть и др. тяжелые металлы, оксиды серы и азота, сероуглерод, формальдегид	Кризисная
3	Тимано-Печорский	Нефтегазодобыча	Нефтепродукты, оксиды углерода, серы и азота, стронций и радионуклиды	Критическая
4	Ново-Земельский (наземно-морской)	Военные объекты (ЦИП, затопление ядерных установок, др. радиоактивных отходов),	Радионуклиды, тяжелые металлы	Критическая (потенциально кризисная)
5	Воркутинский	Горнодобывающая пр-ть, цементная пр-ть, ТЭЦ	Пыль, оксиды серы и азота, тяжелые металлы, ПАУ	Критическая

№	Импактный район	Источники загрязнения	Загрязняющие вещества	Острота ситуации
6	Пур-Надымский	Нефтегазодобыча	Нефтепродукты, оксиды углерода, серы и азота, стронций и радионуклиды	Критическая
7	Средне-Обский	Нефтегазодобыча	Нефтепродукты, оксиды углерода, серы и азота, стронций и радионуклиды	Кризисная
8	Норильский	Горнометаллургическая пр-ть	Диоксиды серы и азота, формальдегид, медь, никель	Кризисная
9	Яно-Индигирский	Горнодобывающая пр-ть	Пыль, тяжелые металлы (олово, свинец, стронций и др.), радионуклиды	Острая
10	Валькумейский	Горнодобывающая пр-ть, ТЭЦ	Пыль, тяжелые металлы (олово, свинец, стронций и др.), оксиды серы и азота	Острая
11	Билибинский	АЭС	Радионуклиды	Потенциально острая, вплоть до катастрофической (в случае аварий на АЭС)

Первое место в Российской Федерации по выбросу загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников занимает г. Норильск. Он является центром импактного района. Предприятия Норильского горно-металлургического комбината выбрасывают в атмосферу до 22,5 млн. тонн в год. Выбросы значительно усилились после того, как комбинат начал использовать талнахские руды, которые содержат значительное количество соединений серы. В настоящее время предприятия комбината выбрасывают меньше загрязнителей, поскольку работают на неполные мощности. Основным загрязнителем является диоксид серы. Он составляет до 95% отходящих газов предприятий комбината. Поэтому средняя концентрация диоксида серы в атмосфере г. Норильска в 10 раз выше средней величины по стране. Она превышает ПДК в 2—2,5 раза. Максимальные разовые концентрации состав-

ляют 30 ПДК и более. Максимальные концентрации диоксида азота превышают ПДК в 25 раз. В результате столь сильных выбросов оксидов серы и азота происходит закисление осадков на площади до 400 тысяч кв. км. Ареал загрязнения снежного покрова превышает площадь самого города в 780 раз. Данные достоверны. Они получены с помощью съемок с космических аппаратов. Загрязненность формальдегидом в окрестностях Норильска очень велика. Очень высоко содержание меди, никеля, кобальта в почвах (до 3—5 ПДК в окрестностях комбината до 150—200 ПДК в насыпных грунтах промплощадок), а также в растениях. Накопление меди и никеля в сфагновых мхах достигает величин, которые в 200 и более раз превышают фоновые значения.

Предприятия Норильска со сточными водами сбрасывают в реки Щучья и Амбарная большие количества минеральных веществ. Это и цианиды и соединения меди, свинца, цинка, никеля, мышьяка, фтора, ртути, сурьмы, хлора, а также серы. По данным 1994 года, общий объем неочищенных сточных вод составил 54,2 млн. куб. м. Объем недостаточно очищенных вод равен 50,9 млн. куб. м. В этих водах содержится 67,6 тысячи тонн загрязняющих веществ. В результате водостоки превратились в сточные канавы. В воде этих водостоков концентрации загрязняющих веществ достигают 424 ПДК. Здесь накоплены токсичные отходы объемом более 900 млн. куб. м. Они занимают площадь в 4800 га и являются очень опасным потенциальным источником дополнительного загрязнения.

Мощные загрязнения повредили леса на площади 5650 кв. км. Леса полностью уничтожены на площади 1800 кв. км. Отдельные повреждения деревьев (некроз хвои и др.) имеют место даже на расстоянии до 200 км от города Норильска. Пострадали не только деревья, но и вся растительность. Пострадали лишайниковые оленьи пастбища. И это дало свои плоды.

Кольский Север представляет собой другой импактный район. Загрязняющие вещества здесь выбрасывают предприятия горнометаллургической промышленности. Количественные данные о степени загрязнения очень впечатляют. Так, суммарные выбросы только диоксида серы комбинатами “Североникель” и “Печенганикель” (оба они входят в состав РАО “Норильский никель”) в год составляют 230 тысяч тонн. В поверхностные водостоки отводится 6,5 млн. куб. м неочищенных сточных вод. Количество недостаточно очищенных сточных вод достигает 42 куб. м. В этих водах содержится 57 тысяч тонн загрязняющих веществ. Разовые максимальные значения диоксида серы достигают 10 ПДК даже на значительном удалении от предприятий. При этом уровень загрязнения атмосферного воздуха диоксидом серы в этом районе находится в пределах нормы, то есть не превышает ПДК. Концентрация диоксида серы в

отдельные безветренные дни в ближайших окрестностях промзон превышает санитарно-гигиеническую норму в 30 раз. Максимально-разовые концентрации диоксида азота достигают 2—2,5 ПДК. По бенз(а)пирену, тяжелым металлам (никель, ртуть) санитарные нормы регулярно превышаются. Максимальные концентрации фтористого водорода достигают 12 ПДК.

Предприятия горнодобывающей промышленности Мурманской области также загрязняют окружающую среду. Их деятельность связана со значительными механическими нарушениями. С обогатительных комплексов, карьеров, хвостохранилищ стволов и т. д. переносится большое количество токсичных соединений в виде пыли. Так происходит химическое загрязнение окружающей среды. Максимальные концентрации пыли достигают 200—270 г/куб. м. Остро стоит вопрос отработанных пород. Так в районе деятельности производственного объединения "Апатит" каждый год складируется более 30 млн. тонн отработанной породы. В течение ряда лет образовался достаточно мощный ареал распространения отдельных аэротехногенных поллютантов на площади около 3000 кв. км. Токсические соединения в виде пылевых выбросов в большом количестве (до 70 тысяч тонн) поступают в почву и растительность. Это приводит к увеличению содержания минеральных веществ в их органогенных горизонтах от 5% (это естественная величина) до 70%. В верхних слоях торфяников (от 0 до 10 см) обнаруживаются повышенные количества целого ряда ингредиентов: алюминия, железа, ванадия, титана, фосфора и особенно стронция. Концентрация стронция во многих случаях превышает 100 мг/кг. Это в 20—25 раз выше фоновой величины. Максимальные концентрации стронция в атмосферном воздухе могут достигать 170 нг/куб. м. Это более чем в 100 раз превышает фоновые значения.

Значительные проблемы связаны с закислением атмосферных осадков. На площади в 20 тысяч кв. км имеет место явное поражение растительности. В то же время площадь всей территории, для которой характерно закисление атмосферных осадков, в пять раз больше (100 тысяч кв. км). В результате загрязнения окружающей среды в окрестностях металлургических комбинатов произошло полное отмирание лесов на площадях более 400 кв. км.

В Республике Якутия-Саха, а также в Чукотском автономном округе также функционируют крупные горнодобывающие предприятия. Они связаны с разработкой и обогащением оловосодержащих руд. Эти предприятия загрязняют окружающую среду химическими веществами не так сильно. Токсические соединения разносятся вокруг комбинатов на площадь всего в десятки квадратных километров. Конечно, вблизи промышленных комплексов, хвостохранилищ, отвалов и карьеров из-за воздушного переноса в экосистемах накап-

ливаются тяжелые металлы. Это свинец, ванадий, кадмий, марганец, цинк, титан. Верхние горизонты в целом обогащены указанными выше тяжелыми металлами в 3—4 раза по сравнению с фоновыми величинами.

В Чукотском автономном округе выбросы в год от стационарных источников составляют примерно 25 тысяч тонн. Сюда входит диоксид серы (более 6 тысяч тонн), оксиды азота (более 6 тысяч тонн), пыли — около 10 тысяч тонн. В водоемы Чукотки сбрасывается около 5 млн. куб. м различных загрязняющих веществ.

В Воркутинском импактном районе функционируют угледобывающие предприятия, а также цементный завод. Они выбрасывают в атмосферу до 280 тысяч тонн загрязнителей в год. Это главным образом пыль (до 30%), диоксиды серы и азота, металлы, соединения углерода. Бичом является цементная пыль. Примерно наполовину из нее состоят верхние горизонты почвы в окрестностях цементного завода.

В районах угледобычи происходит сильное загрязнение химическими веществами. В результате в окружающей среде повышено содержание не только тяжелых металлов (ванадия, титана, цинка, свинца, молибдена и др.), но и органических соединений, прежде всего ПАУ, которое является наиболее токсичным. Вблизи шахт в почвенном покрове концентрация 3,4 бенз(а)пирена, который является сильным канцерогеном, достигает 100 нг/г. Это во много раз выше фоновой величины. Если говорить в целом об угольной промышленности, то в результате ее функционирования каждый год образуется более 70 млн. тонн отвалов, которые являются источниками загрязнения атмосферы токсичными веществами. Положение сильно усугубляется и тем, что эти отвалы часто самовозгораются.

Север Западной Сибири и северо-восток европейской территории России являются нефтегазодобывающими районами. Поэтому здесь формируется особый тип импактных районов. Для этих территорий характерно наличие множества точечных источников поступления загрязняющих веществ в атмосферу. Здесь происходит существенное загрязнение вод и почв в результате аварийных выбросов сырой нефти и нефтепродуктов. Объемы этих выбросов огромны. Так, ежегодно в Западной Сибири в факелах сгорает до 10 млрд. куб. м попутного газа. В результате происходит эффективное загрязнение окружающей среды продуктами сгорания. Это тяжелые металлы, ПАУ, оксиды углерода и азота и др. Только одна работающая буровая скважина выбрасывает в атмосферу в год до 2 тонн углеводородов и сажи, 30 тонн оксидов азота, 8 тонн оксидов углерода и т. д. Горящие непрерывно газовые факелы не только загрязняют атмосферный воздух, воды и почвы, но и являются суще-

ственным источником тепла. Оценено, что все горящие факелы Западной Сибири вносят в атмосферу столько тепла, сколько она на этой территории получает от Солнца.

Очень большой вред окружающей среде и биосфере наносят разливы нефти. На месторождениях Западной Сибири систематические прорывы нефтепроводов случаются до 35 тысяч раз в год. Каждый год официально регистрируется до 300 аварий с выбросами нефти свыше 10 тысяч тонн в каждом случае. Примерно каждый день происходит такая авария. Суммарный объем выливающейся в почву и в водоемы нефти достигает 10 млн. тонн. В результате одной только Усинской катастрофы из магистрального нефтепровода вылилось свыше 200 тысяч тонн нефти. Примерно 60 кв. км территории Западной Сибири загрязнено нефтью. Попадая в водоемы, нефть губит рыбу. Так, попадание нефти в Печору приводит к загрязнению нерестилищ ценных пород рыб Коровинской и Печорской губ. Ясно, что при этом загрязняется вода, которую употребляют в пищу жители округа, проживающие в дельте реки Печоры.

Кроме хорошо известной всем Усинской катастрофы за последние годы происходили и другие, более масштабные. Например, в Тюменской области в 1993 году произошел прорыв нефтепровода у ст. Нягань. Это недалеко от Сосьвинского заповедника. В результате катастрофы вылилось не менее 420 тысяч тонн нефти. Нефтью загрязнены практически все водоемы. В бассейнах рек Обь и Пур в Западной Сибири нет рек, которые не загрязнены нефтью. В районе зимовальных ям осетровых и сиговых рыб в Обской губе донные отложения на 10% состоят из тяжелых фракций нефти.

Аварии на скважинах не менее опасны в смысле загрязнения окружающей среды. Многие из них законсервированы и вообще не охраняются. Таких законсервированных нефтяных скважин только на территории Ненецкого автономного округа имеется 177. Из них 6 скважин с давлением на устье от 36 до 140 атмосфер.

Архангельская область также представляет собой импактный район. Это город Архангельск, Новодвинск, Северодвинск. Там основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха и природных вод вносят предприятия целлюлозно-бумажной промышленности. В указанных городах среднегодовые концентрации бенз(а)пирена в атмосферном воздухе превышают безопасные по стандартам ВОЗ в 4—5 раз, а в отдельные месяцы — в 9—13 раз. Среднегодовые концентрации метилмеркаптана превышают стандартные по ВОЗ в 5—9 раз, а максимальные концентрации достигают 100 ПДК. Концентрации формальдегида и сероуглерода также превышают среднегодовые нормы.

Интенсивным источником химического загрязнения в крупных промышленных районах являются предприятия энергетичес-

кого комплекса. Там функционируют крупные ТЭС, которые работают в основном на угле и мазуте. Функционируют также АЭС и мелкие ДЭС. Загрязняют окружающую среду химическими веществами разного типа тепловые электростанции, отопительные комплексы, которые работают на угольном, а чаще на местном сырье. Загрязнение наземных экосистем целым рядом химических соединений происходит в результате выбросов ТЭС в воздух, а также вследствие развивания зольных отвалов. Основными загрязнителями являются диоксид серы (42%), пыль (31%), окислы азота (23%). Присутствуют также соединения углерода, сажи, ПАУ, фенолов и ряда металлов. В почвах соединения молибдена, стронция, бария, редких щелочей вблизи отвалов в 2—4 раза превышают фоновые значения. Особенно опасны соединения ртути, которые накапливаются вблизи зольных отвалов. Отсюда соединения ртути разносятся по территории. Концентрации других токсичных соединений также превышают ПДК: мышьяка в 11 раз, фосфора в 9 раз, меди в 6—7 раз, цинка в 3 раза и никеля в 2 раза.

Загрязнение техногенными выбросами поверхностные слои почв наносят значительный ущерб растительному покрову. При этом меняется химический состав растений—лишайников и мхов. В них содержание отдельных металлов — стронция, марганца, цинка, свинца, кадмия и др. в 2—10 раз больше фоновых, нормальных значений. Содержание кадмия в грибах в окрестностях ТЭЦ превышают норму во много раз. Население употребляет эти грибы в пищу.

В течениу года ТЭЦ выбрасывает в атмосферный воздух более 160 тысяч тонн диоксида серы, а также оксидов азота. Загрязняются и водоемы. В них в течение года сбрасывают более 1200 тысяч куб. м неочищенных сточных вод.

С энергетическими объектами связано не только химическое, но и тепловое загрязнение. В водоемы-охладители сбрасываются теплые воды из систем охлаждения. Это отрицательно сказывается на биоте Арктики, поскольку меняет тепловой и гидрохимический режим.

Атомные электростанции (Кольская и Билибинская) дают ожидаемую коллективную эффективную эквивалентную дозу облучения 5,7 чел. Зв на каждый ГВт вырабатываемой энергии в год. Они не вызывают химического загрязнения наземных экосистем. В радиусе 100 км вокруг АЭС находится в норме и содержание радионуклидов. Тем не менее их нельзя считать безопасными, поскольку остается вероятность аварий из-за изношенности оборудования.

Опасность радиоактивного промышленного загрязнения значительно больше от работы горнодобывающих предприятий, которые перерабатывают сырье, обогащенное радионуклидами. Это Ловозерский и Ковдорский ГОКи, а также объединение "Якутзо-

лото". Эти предприятия загружают в отвалы отходы, которые содержат радионуклиды. Эти отвалы разносятся ветром и водами на большие территории. Количество радионуклидов, поступающее в окружающую среду таким образом, практически неизвестно, поскольку не контролируется.

В водные экосистемы Енисея значительное количество радионуклидов поступает в результате деятельности Красноярского горно-химического комбината. В воду попадает больше всего хрома-51. Повышенные его значения регистрируются вплоть до самого устья Енисея. Донные отложения реки загрязнены хромом-51 (4—40 Ku/кв. км), кобальтом-6 (2—8), цезием-137 (2—5), евротием-152 (2—7 Км/кв. км). Питьевая вода из Енисея из-за загрязненности радионуклидами является существенным источником дополнительного облучения. Это имеет место даже на значительном удалении от места сброса радионуклидов.

Внесли свою лепту в радиоактивное загрязнение окружающей среды и ядерные взрывы, которые проводились в мирных целях. Таких взрывов было проведено несколько. На Кольском севере вблизи г. Кировск были проведены три ядерных взрыва мощностью до двух килотонн каждый. Возле г. Удачный в Якутии было произведено 12 ядерных взрывов. Столько же ядерных взрывов было проведено на севере Архангельской области и в Западной Сибири. Они проводились в Тюменской области около городов Сургут, Белоярск, Нягань и др. Два ядерных взрыва были проведены в районе г. Игарка и один на реке Большая Хота. Ядерные взрывы, проведенные в Пермской области, на Северном Урале и на других сопредельных с Арктикой территориях, также внесли существенное загрязнение радионуклидами в окружающую среду Арктических регионов.

В Арктике имеет место высокий уровень естественного содержания радионуклидов в почвах. Он значительно выше, чем в средних широтах. Поэтому превышение этого естественного фона достигается значительно чаще. Это значит, что любые превышения природного фона радионуклидов в Арктике опасны. Количественные показатели здесь таковы. Мощность гамма-излучения на большой части территории Севера России составляет 2—3 мкР/час. Измерения проводились с помощью аэро-гамма-съемки. Космическое излучение также вносит свой вклад. Поэтому эта цифра увеличивается до 5,5—6,5 мкР/час. Примерно треть этой величины — вклад техногенных радионуклидов (цезия-137 и других). Плотность поверхностного загрязнения почв техногенным цезием-137 составляет около 0,06 Ku/кв. км, стронцием-90 — 0,04 Ku/кв. км.

Функционирование военных объектов на большой территории Севера России связано с существенным радиационным загрязне-

нием окружающей среды. Основными источниками радиационного загрязнения являлись Северный флот и Новоземельный государственный центральный испытательный полигон (ЦИП). Северный флот эксплуатирует около 200 реакторов в качестве энергетических установок на кораблях. В результате их эксплуатации ежегодно образуется 6—7 тысяч куб. м жидких радиоактивных отходов. Примерно треть из них сливается в Белое море, а остальное — в районе Баренцева моря. Ежегодно образуется около 4,5 тысяч куб. м твердых радиоактивных отходов. Сброс радиоактивных отходов в моря Северного Ледовитого океана с 1992 г. прекращен. Жидкие радиоактивные отходы от кораблей Северного флота передаются на участок спецводоочистки ремонтно-технологического предприятия "Атомфлота". Но проблема до сих пор не решена до конца, поскольку в Северо-Западном регионе отсутствует соответствующая инфраструктура, необходимая для транспортировки, хранения и переработки радиоактивных отходов. Поэтому на плавучих и береговых технических базах содержится значительное количество отработанного ядерного топлива, которое невозможно отправить на переработку.

Очень важной, пока что не решенной до конца проблемой является утилизация выходящих (и выведенных) из строя атомных подводных лодок. На сегодняшний день на Северном флоте таких подводных лодок, выведенных из эксплуатации, имеется 70. Из них 53 подводные лодки с неразрушенными реакторами стоят у причалов. Те же хранилища радиоактивных отходов, которые эксплуатируются в настоящее время, не отвечают современным требованиям ядерной и экологической безопасности. Не представляется возможным обеспечить необходимый режим вывоза радиоактивных отходов, поскольку на флотах отсутствуют перевалочные базы для отработанного ядерного топлива. Осуществление правительственной программы по захоронению и утилизации ядерных отсеков происходит очень медленно из-за отсутствия необходимого финансирования.

В прошлом в Баренцево и Карское моря были осуществлены несанкционированные, а также аварийные затопления плавсредств с радиоактивными отходами. В мелководных заливах этих морей в 1965—1988 гг. было сброшено 16 реакторов подводных атомных лодок, а также экранная сборка атомного ледокола "Ленин". Семь из этих реакторов были затоплены с невыгруженным ядерным топливом. Суммарная активность продуктов распада этого топлива достигала 2300 кКu. Не должно успокаивать то, что уровень радиоактивности в указанных местах (у архипелага Новая Земля и около острова Колгуев) не превышает естественный фон. С течением времени емкости разрушаются и поэтому остается реальная опасность радиоактивного заражения вод Арктики в будущем.

Большое число ядерных взрывов было проведено на Новоземельском испытательном полигоне. С 1954 по 1962 г. на полигоне было проведено 83 воздушных, 3 наземных, 3 подземных и 1 приземный ядерный взрыв. В общей сложности в результате всех проведенных взрывов в атмосферный воздух поступило около 13 МКu цезия-137. Подавляющее число образовавшихся радионуклидов поднялось в стратосферу. В эпицентрах взрывов образовались небольшие по площади пятна, в пределах которых в настоящее время гамма-излучение превышает естественный фон на 2—3 мкР/час.

Приземные и подводные ядерные взрывы проводились в районе Губы Черной на Южном острове архипелага Новая Земля. Здесь до сих пор сохраняется существенное (до 400 мкР/час) радиоактивное загрязнение прибрежной полосы и шельфа на площади в несколько гектаров. Эта территория в настоящее время имеет статус санитарно-защитной зоны.

За период с 1965 по 1991 г. на Новоземельском полигоне было проведено 48 подземных ядерных взрывов. Они приводили в ряде случаев к кратковременному увеличению радиоактивного фона на ограниченной территории. Специалисты практически исключают выход радионуклидов из штолен, в которых проводились испытания.

Наиболее сильное радиоактивное загрязнение окружающей среды произошло в результате ядерных взрывов, проведенных в период с 1954 по 1962 г. Загрязнение распространялось на территорию, площадь которой намного больше площади, занятой полигоном. Загрязнения от ядерных взрывов на Новой Земле достигли Урала, Западной Сибири и других сильно удаленных от полигона территорий.

Радионуклиды очень эффективно концентрируются во мхах и лишайниках. Эти растения являются активными сорбентами аэротехногенных поллютантов. На Ямале во мхах и лишайниках радионуклидов содержится от 3,0 до 16,0 Bq/кг. Это относится к стронцию-90 и цезию-137. В период проведения испытаний это содержание было примерно в четыре раза больше.

Когда радионуклиды попадают в почву, они концентрируются преимущественно (на 70—85%) в моховой подушке.

С течением времени концентрация радионуклидов уменьшается. За время, прошедшее после проведения взрывов, она уменьшилась вдвое, от 0,34 Ku/кв. м до 0,17 Ku/кв. м. В травянистой и кустарниковой растительности обнаруживается меньшее количество радионуклидов.

Повышенная радиоактивность лишайников и мхов опасна для человека прежде всего потому, что она по пищевой цепочке “лишайник — олень — человек” попадает к человеку и опасна для него

вследствие внутреннего облучения. В Арктическом регионе удельная активность цезия-137 и стронция-90 в пищевой цепочке в сотни раз больше, чем в более южных районах. По данным Института радиационной гигиены, активность цезия-137 в лишайнике была на порядок выше, чем в травах. Характерно, что на западе арктической зоны России она была в два раза выше, чем на востоке этой зоны. После испытания ядерного оружия среднее содержание цезия-137 увеличилось в мышцах скандинавских оленей до 2700 Bq/кг живой мышцы. Содержание стронция-90 в костях оленей достигло уровня 7400 Bq/кг. Выявлена четкая корреляционная связь между числом онкологических заболеваний и уровнем радиационного облучения. Удельная активность стронция-90 в костной ткани оленеводов примерно в 60 раз превышает аналогичные значения у людей, которые не связаны с оленеводством.

Северные территории России сильно загрязнены вредными химическими веществами. Источниками такого загрязнения являются как гражданские, так и военные объекты. Вклад военных объектов в загрязненность окружающей среды Севера химическими веществами преобладает. Это ракетное топливо, горюче-смазочные материалы, твердые отходы и др.

Так, в результате функционирования Плесецкого ракетного полигона в атмосферу выбрасывается ежегодно примерно 12 тысяч тонн оксидов углерода, серы и азота. С падением отделяемых частей ракет, которые содержат остатки ракетного топлива, связан особый вид химического загрязнения Арктики и Севера России. Это топливо представляет собой высокотоксичные соединения, которые не встречаются в естественных условиях. Этими веществами являются несимметричный диметилгидразин (НДМГ). Когда остатки ракет ударяются о грунт, то в большинстве случаев ракетное топливо сгорает. Тем не менее часть топлива разносится воздушными потоками на большие расстояния. Топливо частично разливается и проникает вглубь почв. Поэтому при падении остатков ракет возникают не только локальные, ограниченные по территории, но и региональные техногенные аномалии токсичных веществ, переносимых воздушными потоками. Эти токсичные вещества осаждаются на растения и почвы.

В зоне падения остатков ракет кроме НДМГ присутствуют и незначительные количества продуктов его окисления. Обломки ракет, которые состоят из алюминиевых сплавов, также загрязняют территорию. Объем этого загрязнения на северных территориях оценивается в 20 тысяч тонн. Оценено, что вместе с отдельными частями ракет в окружающую среду попало до 250 тонн различных компонентов ракетного топлива, а также около 900 тонн керосина.

Наибольшие площади ракетных полигонов находятся на северо-востоке европейской части России. Это Архангельская область и восток Кольского полуострова. В местах падения обломков и ступеней ракет концентрация остатков топлива достигает 1,2—3,4 мг/кг. В верхних горизонтах почв обнаруживаются максимальные концентрации топлива. Их количество в среднем эквивалентно 1—3 ПДК.

НДМГ активно накапливается не только в почвах, но и в растениях. Чем дальше от места падения ступени ракеты, тем содержание токсиканта меньше, что естественно. Установлено, что во мхах в зависимости от расстояния от места падения содержание токсиканта НДМГ изменяется от 0,1—0,4 мг/кг до 1—5 мг/кг. Опасность ракетного топлива усугубляется и тем, что оно очень подвижно в ландшафтах и хорошо смешивается с водой. По этой причине часто возникают отдельные техногенные аномалии, связанные с местами падения остатков ракет.

Ракетное топливо НДМГ является сильнодействующим токсикантом. Поэтому оно губительно действует на растительный и животный мир. Неоднократно отмечались случаи массовой гибели рыбы в озерах тундры, которые, как было установлено, были загрязнены ракетным топливом с НДМГ. Для падения ракет были официально установлены конкретные районы. Наибольшие концентрации ракетного топлива (выше ПДК) отмечены в районе падения в Архангельской области ("Койда" и "Мосаево"), а также в Ненецком автономном округе (район "Нарьян-Мар"). Общая их площадь занимает около 100 гектаров.

Опасность загрязнения окружающей среды на Севере обусловлена тем, что здания и сооружения гарнизонов, которые были построены в основном в 60-е годы, не отвечают современным требованиям экологической безопасности. Они не имеют устройств по очистке сточных вод, там нет сооружений, обеспечивающих оборотное водоснабжение, утилизацию твердых отходов, горюче-смазочных материалов и т. д. и т. п. Примеров можно привести много. Так, в Андерме был построен без учета экологической безопасности склад горюче-смазочных материалов. В процессе его эксплуатации на значительных прилегающих территориях было уничтожено практически все живое из-за многократных разливов нефтепродуктов. Подобного рода примеров бесконечное количество. Приведем только два. Илы Амдерминской лагуны до глубины одного метра содержат нефтепродукты и тяжелые металлы (цинк, медь, никель, ртуть) в концентрациях, которые многократно превышают ПДК. Другой пример. После вывода военных частей в связи с сокращением вооруженных сил остались огромные территории, захламленные большим количеством мусора, металлоконструкций, горюче-смазочных материалов и т. п.

Морской и наземный транспорт на Севере России и в Арктике является очень существенным источником загрязнения окружающей среды. В эксплуатации находятся 5 тысяч разных судов. А это значит, что они являются источником 430 тысяч куб. м хозяйственно-бытовых стоков, 91 тысяч куб. м нефтесодержащих стоков, 3,3 тысяч куб. м твердых отходов. Предпринимаются попытки улучшить экологическую ситуацию. В портах Уренгой и Нижнеянск работают плавучие установки по очистке нефтесодержащих вод. В портах Надым и Салехард имеются баржи-накопители сточных вод, которые содержат нефть и нефтепродукты. Однако это не меняет ситуацию в корне. Так, большинство плавучих и береговых хранилищ в настоящее время переполнено. Обычной практикой является сброс в воды морей льяльных вод с промысловых судов ВРПО "Севрыбы". Ежедневно каждое судно сливает за борт не менее 1,5—2,5 тонн льяльных вод, которые содержат от 20 до 50 литров нефтепродуктов на тонну. В результате за год в морские воды поступают с каждого судна около 500 тонн льяльных вод, в которых содержится 10—20 тонн нефтепродуктов, 2 тонны твердых отходов и т. д. В крупных городах Севера значительное загрязнение окружающей среды связано с функционированием автотранспорта. Так, в городах Кольского Севера, где численность автотранспорта велика, общее количество выбросов от автотранспорта превышает 108 тысяч тонн.

Коммунально-бытовое хозяйство городов и населенных пунктов также существенно загрязняет окружающую среду Севера. Загрязнения представляют собой твердые отходы и сточные воды, которые не прошли очистки или были недостаточно очищены. Вообще проблема утилизации твердых отходов практически не решается, хотя она является чрезвычайно острой для всей Арктики и Севера России. Об этом свидетельствуют такие цифры. Сброс мусора в прибрежной зоне Таймырского автономного округа достигает 7500 куб. м в год, а объем хозяйственно-бытовых стоков составляет 7300 куб. м в год. На побережье Таймыра находится 800 тысяч металлических бочек. Тысячи тонн металлолома скопились на территории Ямало-Ненецкого округа. Металлолом не вывозится, поскольку это очень дорого. Такое же положение с твердыми отходами и в Ямало-Ненецком округе. Вторчермет из-за нерентабельности ликвидирован и металлолом не вывозится.

Отходы, которые загрязняют окружающую среду, связаны и с функционированием сельскохозяйственных предприятий. Проблема утилизации отходов животноводческих и звероводческих комплексов не решена.

Загрязняющие вещества переносятся в регионы Севера и с весьма удаленных источников. Речь идет о дальнем атмосферном и водном переносе загрязняющих веществ с соседних и дальних тер-

риторий. Среди поллютантов выделяются оксиды серы и азота, соединения аммония, металлы, радионуклиды, нефтепродукты и хлороорганические соединения. Оценки показывают, что загрязняющие вещества могут попадать в Арктические регионы не только из стран Европы и более южных районов России, но и из Японии, Кореи, Казахстана, Средней Азии и даже Китая. Данные, подтверждающие это, приведены в таблице 5.

Таблица 5

Атмосферный перенос
оксидов серы (числитель) и азота (знаменатель)
(в тыс. тонн)

Район-приемник	**Район-источник**						
	Европа без ЕТР	**ЕТР**	**Западная Сибирь**	**Краснояр-ский край**	**Восточная Сибирь и Дальний Восток**	**Казахстан и Средняя Азия**	**Китай, Корея, Япония**
Арктика в целом	251/133	115/21	25/15	163/2	2/—	17/2	3/—
Западная Сибирь	222/105	144/91	300/136	70/2	1/—	118/7	11/2
Краснояр-ский край	107/39	53/293	60/56	369/10	3/—	46/11	7/1
Восточная Сибирь и Дальний Восток	94/16	48/15	48/27	163/5	122/—	47/7	177/3

Непосредственный контроль за трансграничным атмосферным переносом из соседних государств в настоящее время осуществляется только двумя станциями. Одна из них расположена в приграничной зоне на Кольском полуострове (в Янискоски) и на о. Дунай в дельте реки Лены. Последняя станция является фоновой. Совершенно очевидно, что этих измерений недостаточно. Необходимо уверенно контролировать поступление загрязнений из других стран. Можно не сомневаться, что через какое-то время будет действовать международное законодательство о компенсации стране за загрязнение ее пространства. Чтобы внедрить это в практику, надо знать (и подтвердить), какие загрязнения и в каком количестве поступили в страну из-за рубежа.

Загрязнения переносятся на большие расстояния не только воздушными, но и морскими течениями. Морские течения Гольфстрим и Норвежское приносят из Норвежского и Северного морей в Баренцево море радионуклиды от атомных электростанций Великобритании, а также с химических заводов Селлафильда. Этим же путем поступают к нам и нефтепродукты. Реки переносят загрязнения из более южных регионов России в Арктические регионы. Эта система сверхдальнего перемещения загрязнения на Север очень эффективна, поскольку 70% речного стока со всей территории России приходится на Северный ледовитый океан. В таблице 6 и 7 приведены данные, которые показывают масштабы дальнего (трансграничного) переноса вредных веществ в Северные регионы России в первой половине 90-х годов. Приведены сведения о наиболее важных загрязняющих веществах, поступающих в Арктические регионы России водными путями.

Таблица 6

Вынос загрязняющих веществ в Северный Ледовитый океан (в тысячах тонн в год)

Реки	**Нефть, нефтепродукты**	**Нитраты**	**Фосфаты**	**Сумма микроэлементов**	**В том числе Cu**
Обь	162	25,4	18	78,89	5,5
Енисей	232	5,62	5,88	89,19	3,0
Лена	60	225	3,57	80,65	1,5
Яна	—	1,52	0,254	3,9	0,29
Индигирка	—	1,91	0,559	7,07	0,25
Колыма	—	1,96	0,782	8,1	0,34

Таблица 7

Вынос радионуклидов речными водами в Баренцево и Карское моря за период с 1961 по 1989 г. (в ТБк (Ku))

Море	**Реки**	**Cs-137**	**Sr-90**
Баренцево	Печора, Онега, Северная Двина	20 (550)	200 (5500)
Карское	Обь, Енисей	110 (3000)	1100 (30000)

В результате загрязнения на больших территориях нарушены земли. В таблице 8 приведены площади нарушенных земель в результате некоторых видов химического загрязнения атмосферы Арктики и Севера России (в тыс. кв. км).

Таблица 8

Площади нарушенных земель в результате некоторых видов химического загрязнения атмосферы Арктики и Севера России (в тыс. кв. км)

Регион	Запыление	Кислотные осадки
Кольский п-ов	20—30	100—120
Восточно-Европейский Север	10—15	90—100
Западная Сибирь	3—3,5	4—4,5
Средняя Сибирь	10,5—11	400—410
Восточная Сибирь	3—3,5	5—5,5
Север Дальнего Востока	2—2,5	2,5—3

В настоящее время в Российской Арктике и на сопредельных территориях выделены одиннадцать основных импактных районов (один из них является наземно-морским) разной площадью и с разной остротой экологической ситуации.

По остроте ситуации и по площади районы неодинаковы. Кризисные ситуации, при которых существует угроза превращения ситуации в катастрофическую, сложились в Кольском, Северодвинском, Норильском и Средне-Обском импактных районах. Критическая ситуация существует в Тимано-Печерском, Новоземельском, Воркутинском, Пур-Надымском районах. Острая ситуация имеется в Ямало-Индигирском (район города Депубатский) и Валькумейском районах. Эти районы находятся в стадии становления. Что же касается ситуации в Билибинском импактном районе, то ее в настоящее время можно считать условно-благоприятной. Однако при вероятных авариях разного масштаба на АЭС ситуация вполне может мгновенно измениться и стать катастрофической. Это же относится и к территории вокруг АЭС на Кольском севере (Кольский импактный район).

Площадь районов, для которых характерно сильное загрязнение окружающей среды, то есть площадь кризисных импактных районов без учета действия других антропогенных факторов, составляет не менее 1,5—2% всей территории Арктики и сопредельных территорий (без акваторий). Площадь критических и острых импактных районов составляет не менее 15% всей территории северных территорий России. Столь большая площадь загрязненных территорий не может не угрожать экологическому равновесию всего района Российского Севера в целом.

Как уже говорилось, реки Арктического региона сильно загрязнены. Они в своих водах несут в Северный Ледовитый океан большое количество загрязнителей, которые собираются со значи-

тельной части России. Основными источниками загрязнения рек являются металлургические и горнодобывающие предприятия, целлюлозно-бумажные комбинаты, предприятия нефтедобывающей отрасли, речной транспорт. Загрязняются воды рек и в результате переноса загрязняющих веществ из более южных районов России и Казахстана. Основными загрязняющими веществами являются тяжелые металлы (особенно ртуть, свинец, медь), хлор, сера, соединения азота, радионуклиды, нефтепродукты, а также ряд органических поллютантов, включая хлороорганические вещества, диэтиленгликоль, фенолы и др. Данные о содержании некоторых веществ в воде в нижнем течении крупнейших рек Сибири, впадающих в Северный Ледовитый океан — Оби, Енисея, Лены, Яны, Индигирки и Колымы, приведены в таблице 9. Указаны средние значения за период с 1987 по 1991 г.

Что касается предельно-допустимых концентраций (ПДК), то принятые законодательно (официально) их значения в нашей стране очень несовершенны и не отражают истинный безопасный уровень загрязненности окружающей среды. Дело в том, что в них не учитывается воздействие поллютантов на другие организмы. Учитывается только воздействие непосредственно на человека. Поэтому в официальных значениях ПДК нет региональных отличий. Российские ПДК не соответствуют международным стандартам. Они существенно завышены. Но реальные концентрации вредных веществ в водах рек все равно намного выше существующих завышенных ПДК. Это относится практически ко всем указанным выше вредным веществам во всех реках. Особенно большие превышения ПДК имеют место в Оби (по нефти и аммонийному азоту), в Енисее (по нефти и цинку), в Индигирке (по фенолу). Превышения ПДК в отдельные годы достигло десяти и более раз.

Таблица 9

Содержание некоторых загрязняющих веществ в воде (мг/л)

Реки	**Нефтепродукты**	**Фенолы**	**Cu**	**Zn**	**N (NH_4^+)**
Обь	0,35	0,002	0,003	0,0025	0,88
Енисей	0,40	0,003	0,005	0,03	0,43
Лена	0,05	0,004	0,003	0,005	0,04
Яна	0,07	0,004	0,003	—	0,03
Индигирка	0,06	0,04	0,004	—	0,60
Колыма	0,025	0,003	0,005	—	0,68

Моря Арктики (особенно Баренцево, Чукотское, Берингово) также сильно загрязнены. Уровни химического загрязнения вод этих

морей в отдельных районах шельфа весьма высоки. Риск сильного загрязнения арктических морей многократно возрастает в связи с интенсификацией хозяйственного использования шельфа и прибрежных территорий.

Основными источниками загрязнения вод Арктики являются: загрязненный материковый сток, суда речного и морского флота, добыча полезных ископаемых на шельфе, а также дальний (трансграничный) перенос загрязняющих веществ морскими течениями и атмосферными потоками. Климатические условия способствуют существенному разбавлению стоков и интенсивному осаждению загрязняющих веществ, которые надолго сохраняются в экосистемах. Наиболее опасными загрязнителями морей Арктики являются нефтяные углеводороды, хлорорганические соединения, тяжелые металлы, детергенты, радионуклиды, ПАУ. Особую проблему представляет загрязнение окружающей среды диоксинами.

Баренцево море является крупнейшим шельфовым водоемом нашей страны. Оно по продуктивности превосходит Балтийское, Белое, Черное, Азовское, Каспийское и Аральское моря вместе взятые. Баренцево море дает 3—4 млн. тонн морепродуктов в год.

Южная часть Баренцева моря подвержена дополнительному загрязнению веществами, проносимыми морским течением Гольфстрим. По вине Гольфстрима берега восточной части Баренцева моря превратились в крупнейшую европейскую свалку древесины, мусора (капрона, пластиков, стекла, металла). Этот мусор разлагается очень медленно, в течение многих сотен лет. Ширина этих свалок, лежащих выше литорали, достигает 5—10 м на береговой линии протяженностью более четырех тысяч километров. Шельф существенно загрязняется и в результате дальнего атмосферного переноса вредных веществ с материка.

Значительно чище открытая часть Баренцева моря. Но в районах активного судоходства море сильно загрязнено нефтяной пленкой с превышением ПДК в 5—7 раз. Очень сильно загрязнены заливы Кольский, Териберский, Мотовский. В их водах концентрации фенолов и нефтепродуктов превышают ПДК в 6—12 раз. Общий объем сбросов загрязненных вод составляют около 150 млн. куб. м. Грунты активно накапливают загрязняющие вещества. Так, концентрация фенолов достигает 5 мг/г, нефтепродуктов — 3,5 мг/г, пестицидов — 5 нг/г, полихлорированных бифенилов (ПХБ) — 40—60 мкг/г. Поэтому они являются источником вторичного загрязнения вод.

В результате загрязнения вод морей происходит снижение видового разнообразия морских организмов. Под действием загрязняющих веществ широкое распространение получают микроорганизмы, которые проявляют патологические агрессивные наклонности. Из загрязняющих заливов морепродукты нельзя употреблять в пищу.

Что касается Белого моря, то экологическая ситуация здесь лучше. Однако и Белое море получает значительные количества загрязняющих веществ. Как обычно, наиболее неблагоприятная экологическая ситуация имеет место в заливах моря.

В смысле загрязненности вод Карскому морю очень не повезло, поскольку почти половина (40%) его вод находится под влиянием материковых вод, которые несут в море большое количество загрязнителей. Воды моря страдают от разных загрязняющих веществ. Так в районе Амдермы концентрация нефтяных углеводородов превышает ПДК в 13 раз. Здесь концентрация фенолов превышает ПДК в 10 раз, а СПАВ — в 7 раз.

По трассе морского судоходства в Карском море имеет место сильное загрязнение нефтепродуктами. Наиболее высокие концентрации тяжелых металлов в Карском море наблюдаются к зонам выноса рек Оби и Енисея. От года к году увеличивается концентрация всех контролируемых металлов — свинца, цинка, железа, меди, олова, марганца и др.

Воды заливов Карского моря и пролива Вега относятся к умеренно-загрязненным.

Очень пестрая картина загрязнения вод моря Лаптевых. В прибрежных водах моря очень много затонувшей древесины. Поэтому здесь воды сильно загрязнены фенолами. Содержание фенолов в районе взморья рек Яны и Лены превышает ПДК в пять раз, а в Янском заливе — в шестьдесят раз. В губе Буор-Хая это превышение достигает 65 раз, а в Булунконе — 22 раза. Воды залива Неелова характеризуются как грязные. Воды бухт Тикси и Буор-Хая характеризуются как загрязненные. В заливе Булункан концентрации нефтяных углеводородов превышает ПДК в 20 раз, а в заливе Буор-Хая — в 12 раз. Высокое содержание нефтепродуктов характерно для трассы морского судоходства. Загрязнению прибрежных вод способствуют сбросы неочищенных стоков Тикси. Состояние залива Булункан характеризуется как катастрофическое.

Лучше обстоят дела в Восточно-Сибирском море. Его воды по уровню загрязненности характеризуются как чистые. Исключением является только бухта Певек. Здесь состояние вод оценивается как удовлетворительное. В Чаунской губе концентрация нефтяных углеводородов примерно равняется ПДК. Уровень загрязнения шельфа за последние 10 лет значительно понизился. В настоящее время превышение ПДК не наблюдается. В бухте Певек наметилась тенденция к улучшению состояния микробных ценозов, а также донной фауны.

Чукотское море сильно удалено от урбанизированных центров. Тем не менее в его водах обнаружены высокие (до 5 нг/л) концентрации изомеров ГХЦГ. При этом в атмосферном воздухе их содер-

жание относительно низкое. Воды моря загрязнены также ПХБ. Несмотря на то, что концентрации ПХБ невелики, это вызывает серьезные опасения у специалистов. Дело в том, что ПХБ сохраняются в морских экосистемах десятки лет. Они способны накапливаться в гидробионтах.

Во льдах Чукотского моря были обнаружены хлорированные углеводороды. Это метаболиты, ДДТ, ГХЦТ, ПХБ и др. В приводном слое атмосферы, а также в воде обнаружены эндосульфаны, диброметан, хлорпирифос, трифлуралин и другие токсичные вещества. Концентрации бенз(а) пирена составили в среднем 3—5 нг/л. Это соответствует фоновому уровню. Однако настораживает то, что коэффициенты его накопления во взвешенном веществе и биоте значительны. Они достигают 10^2—10^3.

Загрязнение вод всех арктических морей от года к году увеличивается. Поэтому происходит следующее:

— снижается видовое разнообразие,

— изменяется видовая и размерная структура сообществ,

— уменьшается численность планктоновых и бентосных организмов,

— увеличивается численность и распространенность на больших пространствах микроорганизмов, которые являются индикаторами загрязнения.

В заключение рассмотрения загрязненности северных морей выстроим их в ряд по степени деградации прибрежных экосистем: Баренцево, Лаптевых, Белое, Карское, Восточно-Сибирское, Чукотское. Но, как мы видели, и в самом благополучном в экологическом смысле Чукотском море не обходится без проблем.

ПРОБЛЕМА РАДИАЦИОННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ АРКТИКИ

Загрязнение Арктики радиоактивными веществами происходило в несколько этапов. На первом этапе загрязнение было связано с интенсивным выбросом в Карское море с водами западносибирских рек техногенных изотопов, которые являлись отходами уральских и южносибирских заводов по производству плутония. Это заводы в Томске, Додонове, Красноярске и в Челябинской области. Со средины пятидесятых годов на полигоне Новой Земли начались ядерные испытания в атмосфере, на земле и под водой. Начался второй период радиационного загрязнения Арктики. В результате ядерных испытаний происходило как локальное, так и гло-

бальное загрязнение среды обитания, флоры и фауны Северного Ледовитого океана. На всей акватории Арктики искусственные радионуклиды поступали с атмосферными осадками. Это изотопы стронция-90, циркония-95, ниобия-95, рутения-103, йода-131, цезия-137 и др. Третий период в загрязнении радиоактивными веществами Арктики начался в середине семидесятых годов, когда в Западную Арктику стали поступать радиоактивные отходы с заводов Селлафильда, а также с заводов французского побережья. В первом случае производились мощные сливы радиоактивных отходов в Ирландское море, а во втором случае — в Ла-Манш. Сразу же на западе Баренцева моря стало явно ощущаться дополнительное загрязнение радиоактивными веществами. В результате Чернобыльской аварии произошло сильное загрязнение радиоактивными веществами атмосферы. С потоками атмосферного воздуха радиоактивные вещества перенеслись на большие расстояния и достигли Арктики. Этот период загрязнения Арктики можно считать четвертым. Пятый период можно связать с периодическими сливами в море жидких радиоактивных отходов, а также с захоронением контейнеров с отходами вредных реакторов. Возможно, правильнее было бы говорить не о пяти периодах радиоактивного загрязнения Арктики, как это предложили специалисты, а о пяти источниках такого загрязнения.

Важно знать не только источники, но и уровни радиоактивного загрязнения Арктики. Выделяют четыре таких уровня. Самое активное загрязнение морей и побережья было зарегистрировано во время ядерных испытаний в атмосфере на Новой Земле.

Первый уровень радиоактивного загрязнения обусловлен ядерными испытаниями в атмосфере и гидросфере на Новой Земле, а также глобальными выпадениями искусственных радионуклидов из атмосферы за весь период, начиная с 1995 г. Второй уровень связан со сливом жидких радиоактивных отходов в море, стоками в море ядерных заводов, а также дампингом контейнеров с радиоактивными отходами. Загрязнение радиоактивными отходами третьего уровня связано с накоплением техногенных радионуклидов в льдах, речных водах, морской биоте с последующей их консервацией на длительное время. Ледники и айсберги с арктических архипелагов, а также многолетние и сезонные морские льды в зонах своего интенсивного таяния поставляют радиоактивную пыль в моря. Радиоактивные вещества, содержащиеся в стоках ядерных заводов, выносятся северными реками в Северный Ледовитый океан. Птичьи базары, места скопления рыб, моллюсков и макрофитов также ухудшают радиационную обстановку. Все эти живые организмы аккумулируют искусственные изотопы. К четвертому уровню источников радиоактивного загрязнения Арктики относят выбросы заводов по ре-

монту ядерных реакторов кораблей и судов, эмиссии ядерных двигателей подводных лодок и ледников, протечки при подземных ядерных взрывах на Новой Земле, которые проводились в 60—80-е годы. Далее рассмотрим разные источники радиоактивного загрязнения Арктики раздельно. Начнем с ядерных испытаний.

Радиоактивные вещества начали выпадать на земную поверхность с момента первых взрывов атомных бомб. В конце второй мировой войны были взорваны атомные бомбы в Аламогордо (штат Нью-Мексика), в Хиросиме и Нагасаки. С этого момента число взрывов быстро росло. Так, до 1968 г. в мире было проведено около 500 взрывов ядерных устройств. Речь идет о взрывах в атмосфере. В состав радиоактивных веществ, которые образуются после взрывов, входят сотни различных радионуклидов. Но большинство из них быстро распадаются или содержатся в очень малых количествах. Поэтому очень важны в смысле действия на человека и другие биосистемы: стронций-90, рутений-106, цезий-137 и церий-144. После мощных ядерных взрывов в 1959 и 1963—1964 гг. наблюдались наибольшие концентрации этих радионуклидов.

С 1954 по 1963 г. на Новой Земле проводились мощные ядерные взрывы в атмосфере на высоте 3—10 км. Проводились также взрывы над водой и под водой на глубине до 200 м. Большинство испытаний ядерного оружия проводилось на севере Южного острова Новой Земли. Координаты испытаний полигона 73° с. ш. и 55° в. д. Здесь 30 октября 1961 г. был произведен самый мощный в мировой практике ядерный взрыв (58 Мт). 5 августа 1962 г. очень мощный взрыв (30 Мт) был повторен. Большинство взрывов имело мощность около 1 Мт. В 1958, 1961— и 1962 гг. ежегодно производили не менее 30 взрывов. При наземных ядерных взрывах мощностью в 1Мт радиоактивный след простирается на несколько сот километров. Примерно 80% радиоактивной пыли оседает. Это, главным образом, стронций-90 и цезий-137.

Вблизи берегов Новой Земли на шельфе Баренцева и Карского морей проводились надводные и подводные ядерные испытания. Несколько атомных бомб мощностью 20—25 Мт было взорвано к западу и востоку от пролива Маточкин Шар. Юго-западнее Северного острова была произведена серия из десяти ядерных взрывов в открытом море во второй половине 1961 и 1962 гг. 27 сентября 1962 г. на юге Новоземельского мелководья был произведен атомный взрыв мощностью 30 Мт. Взрыв произведен на акватории с глубинами 120—230 м на удалении 90 м от побережья. Здесь господствовали течения в сторону моря (северо-восток), в сторону тех мест, где обитала крупная популяция сайки. Сайка является главной кормовой рыбой морских птиц, а также млекопитающих и донных рыб. В результате проведенных ядерных испытаний в донных отложени-

ях и бентосных организмах в этом месте сохранился высокий уровень радиоактивных веществ.

В настоящее время в тех местах, где до 1963 г. проводились наземные ядерные взрывы, отчуждены санитарные зоны, площадь которых составляет десятки тысяч квадратных километров. Там уровень ионизирующего излучения достигает одной тысячной рентгена. Во время испытаний этот уровень был намного выше.

Когда ядерные взрывы проводятся в атмосфере, то в окружающий воздух и на поверхность океана выпадает большое количество радионуклидов. Их состав существенно отличается от того, который характерен для радиоактивных отходов атомного производства. Эти радионуклиды представляют собой продукты деления, а также часть неразделившегося ядерного топлива и продукты активации нейтронами деления ядер атомов и молекул атмосферных газов, грунта и биоты. Было оценено, что взрыв мощностью в 1 Мт, который основан на делении тяжелых ядер, дает $3{,}7 10^{15}$ Бк стронция-90 и $6{,}2 10^{15}$ Бк цезия-137. В том случае, если ядерным топливом служит плутоний, после взрыва мощностью 10 кг в окружающую среду поступает около 110^{14} Бк плутония-239. Период полураспада плутония-239 составляет 24 тысячи лет. Поэтому после распада наиболее долгоживущих продуктов деления стронция-90 и цезия-137 плутоний-239 становится основным компонентом радиоактивного загрязнения окружающей среды. К моменту, когда был заключен мораторий на испытания ядерного оружия, радиоактивность по плутонию-239 в природе составила $2{,}5 10^{16}$ Бк. Половина этого количества в окружающую среду поступила до 1972 г.

Измерения показали, что сразу после ядерных испытаний на Новой Земле в 1961—1962 гг. в северных регионах страны уровни радиоактивных выпадений увеличились в сотни, тысячи раз по сравнению с 1960 г. По суммарной бета-активности наибольшая плотность радиоактивных осадков наблюдалась в 1962 г. в Амдерме. Она более чем в десять тысяч раз превышала фоновые значения, которые наблюдаются там сегодня.

Что касается концентрации короткоживущих радионуклидов, то в результате ядерных взрывов, а также аварий на АЭС, она намного превышает среднемесячные и среднегодовые уровни радиации. Несколько меньше концентрация долгоживущих радионуклидов. Часть радиоактивных веществ выпадает вблизи места испытания. Часть долгоживущих изотопов задерживается в нижнем слое атмосферы (в тропосфере). Эти изотопы струями воздуха переносятся на большие расстояния. Струи воздуха движутся в направлении восток—запад (по широте). Двигаясь таким путем, радиоактивное облако в течение 8—12 дней огибает целиком Землю. Оно может совершать несколько оборотов вокруг Земли, поскольку нахо-

дится в атмосфере в среднем около одного месяца. Конечно, часть радиоактивного вещества облака выпадает на сушу или в море. Но если взрыв очень мощный (1 Мт и более), то радиоактивное вещество забрасывается вверх, в стратосферу на высоты до 50 км. Там плотность атмосферного газа очень мала, и, кроме того, атмосфера не очищается осадками (дождем, снегом). Поэтому в стратосфере радиоактивные вещества остаются не только на многие месяцы, но и на годы. Они очень медленно опускаются вниз и рассеиваются по всей земной поверхности.

После запрещения ядерных взрывов в атмосфере в 1963 г. продолжались подземные ядерные испытания. Они внесли свой вклад в радиоактивное загрязнение окружающей среды.

Приведенные данные можно заключить такой информацией. До 1963 г. СССР произвел 215 ядерных взрывов в атмосфере, США — 205, Англия — 21, Франция — 45 (до 1974 г.), Китай — 22 (до 1980 г.). Производили взрывы и другие страны. В результате в окружающую среду поступило около 26 млн. Ku цезия-137 и 20 млн. Ku стронция-90.

Общий фон радиоактивного вещества в стратосфере увеличился и в результате аварии на Чернобыльской АЭС. В 1986 г. практически везде на суше и на море, а также в наземных и морских организмах резко увеличился уровень радиоактивности. Выброшенная при аварии радиоактивная пыль рассеялась по всей Европе и Северной Азии. Измерения показали, что в верховьях Дуная в донных осадках уровень цезия-137, который поднялся в результате Чернобыльской аварии, достиг в 1986 г. 500—1200 Бк/кг. Максимальная концентрация цезия-137 во взвеси составляла около 200 Бк/кг. Наибольшее количество радиоизотопов (особенно цезия-137) поступило в организм живых существ, в том числе и человека, вместе с пищей. В результате аварии цезий-137 и другие радиоизотопы в значительных количествах поступили в поверхностные воды и в почву. Авария в Чернобыле оказала существенное влияние на экосистемы северной Скандинавии, Кольского полуострова, а также арктических побережий. После аварии содержание искусственных радионуклидов в мхах и лишайниках, в пресноводных рыбах, а также в макрофитах, в морском бентосе, рыбах, морских птицах и млекопитающих увеличилось в некоторых местах в сотни и тысячи раз, а в других — в несколько раз.

Как уже говорилось, в морях Западной Арктики повышается уровень искусственных радионуклидов и в результате выбросов радиоактивных отходов низкого уровня с заводов по переработке ядерного горючего Селлафильд (сброс в Ирландское море) и Ла-Хагу (в Английский канал). Особенно объемные сбросы имели место в 70-е и 80-е годы.

Радиоактивные сбросы с заводов в Селлафильда содержат относительно растворимые радионуклиды цезий-137, технеций-99, сурьма-125. Эти радионуклиды прослеживаются на больших расстояниях. Они достигают прибрежных вод Норвегии и южной части Баренцева моря. Измерениями было установлено, что после крупного сброса в апреле 1977 г. заводами цезия-137 концентрация радиоцезия в Северном море достигла 400 Бк/м^3. В сентябре 1976 г. она была в полтора-два раза меньше. Водные течения имеют такой характер, что практически весь цезий, который с отходами заводов в Селлафильда сбрасывается в море, направляется водными течениями из Ирландского моря в Северную Атлантику, а затем в Северное море. Прибрежные течения в Норвежском море переносят радионуклиды (как английские, так и французские с завода Ла-Хагу) в юго-западную часть Баренцева моря.

Заводы в Селлафильде в 1983 г. в море сбросили 1600 ТБк цезия-137. Около 200 Тбк цезия-137 было связано в донных отложениях. В донных отложениях Ирландского моря в настоящее время находиться 1 300 700 ТБк цезия-137.

Измерялось количество радионуклидов в морских водорослях (фукус, аскофиллиум, пельвеция), в моллюсках (мидия, литторина), а также в солеросе из приливной зоны на удалении 60—100 м от Селлафильда на юго-западе Шотландии. Определялось накопление альфа- и гамма- излучающих радионуклидов. Был применен метод прямой гамма-спектрометрии для определения содержания ^{134,137}Cs. Концентрации ^{238,239}Pn, ^{241}Am и ^{210}Po определялись методом анионного обмена и электроосаждения. При этом самые высокие концентрации всех радионуклидов найдены в солеросе. Они составляли (Бк/кг сухой массы): ^{134}Cs — 19,2, ^{137}Cs — 1315, ^{238}Pu — 45, ^{239}Pu — 207, ^{241}Am — 234, ^{210}Po — 223. Величины отношения цезия-137 к цезию-134 были следующие: у солероса — 62, у фукуса и литтории — 20—35, у мидий — 8. У берегов Ирландии в 1988 г. концентрация цезия-137 и плутония-239, 240 в съедобной мидии находилось в пределах 0,5—10 Бк/кг сухой массы и 13—1050 мБк/кг соответственно. В организм поступает больше радионуклидов из воды, чем из донных отложений. В большей мере поступившие в организм радионуклиды сосредоточены во внутренних органах. Приведенные данные важны для рассматриваемой здесь проблемы радиационной безопасности Арктики потому, что радиоактивные вещества с водными течениями поступают в арктические акватории. Так, измерения цезия-137 в водах на юго-западе Баренцева моря действительно выявили существенное их увеличение здесь в то время, когда с заводов Селлафильда были сброшены в начале 80-х годов большие количества цезия-137. Надо иметь в этом плане в виду, что в осадках Ирландского моря сохранились в значитель-

ных количествах трансурановые нуклиды. В 1989—1990 гг. в донных осадках содержалось до 1800 Бк/кг плутония — 239, 240.

Время перемещения промышленных изотопов сливов Селлафильдских заводов через Северное море в акватории Арктики определялась путем анализа показателя соотношения цезия-134 к цезию-137. При этом учитывался и фон цезия-137, который был создан в воде в результате ядерных испытаний в атмосфере. Он считался равным около 3 Бк/м^3. Получены следующие результаты. Время перемещения радионуклидов от заводов в Селлафильде до мыса Нордкап составляет 5—6 лет, а до острова Медвежий и до южной оконечности Шпицбергена — 6—7 лет.

Специалисты сходятся на том, что радионуклиды от сбросов заводов в Селлафильде в Карское море не проникают. В Карском море роль тепловых атлантических водных течений несущественна. Поэтому они практически не заносят сюда промышленные радионуклиды из Англии. В то же время в западной части Баренцева моря радиоактивное загрязнение в определенной мере связано со сбросами радиоактивных отходов с заводов в Селлафильде. В большей мере это загрязнение проявляется в краевых и поперечных желобах, поскольку именно по ним циркулирует атлантическая вода. Надо иметь в виду, что с теплыми течениями по желобам и проливам шельфа радиоактивные загрязнения переносятся не только с запада, но и с севера. Для окончательного и достоверного деления всего поступления искусственных радионуклидов на отдельные источники необходимо располагать данными регулярных радиохимических съемок всей акватории Арктики.

Такие данные позволили бы, в частности, выделить ту часть радионуклидного загрязнения акваторий в Арктике, которая обусловлена функционированием ядерной энергетики. Это, прежде всего, атомные электростанции и ядерные реакторы атомных подводных лодок. Они создают существенное загрязнение радионуклидами окружающей среды, прежде всего воды рек, морей и Северного Ледовитого океана. Техногенные отходы АЭС и ядерных реакторов атомных подводных лодок содержат продукты деления в аэрозольной форме, а также радиоактивные благородные газы, такие как криптон, ксенон, аргон. В этих отходах могут присутствовать и продукты нейтронной активации коррелирующих, конструктивных элементов, теплоносителя и примесей в нем. Это такие радионуклиды: кобальт-58, 60, хром-51, железо-55, 59, медь-64, цинк-65, цезий-134, натрий-22, 24 и другие. В составе продуктов ядерных взрывов эти радионуклиды отсутствуют.

Был оценен предельный годовой выброс долгоживущих радионуклидов атомными электростанциями. Он равен 180 мКи на 1000 мВт электроэнергии. Если при работе АЭС происходит систе-

матический и равномерный выброс цезия-137 и кобальта-60 в течение одного года, то в результате оседания радионуклидов происходит загрязнение почвы в 15-километровой зоне АЭС до уровня 0,3 мКu/м^2. Если же происходит суточный разовый залповый выброс (он может достигать 75 мКu на 1000 мВт электроэнергии), то радиоактивность почв может достигать 0,6 мКu/м^2.

Особенно остро стоит вопрос о ядерных энергетических установках (ЯЭУ), количество которых на территории Мурманской и Архангельской областей превышает 270. Острота вопроса состоит, прежде всего, в том, что не решена проблема утилизации радиоактивных отходов. На Северном флоте скопилось около 20 подводных лодок, у которых ядерные реакторы непригодны к эксплуатации. Около сотни подводных лодок по международным соглашениям должны быть утилизированы. При нормальной работе атомных реакторов (теоретически) в воздух должны бы выделяться только радиоактивные благородные газы. Но на практике это не так. С течением времени накапливаются различные дефекты в конструкционных материалах. Со старением оборудования возникают протечки теплоносителя в вентиляционной системе. Поэтому появляются радиоактивные аэрозоли. Они-то и являются основным источником облучения. Такие аэрозоли образуются наиболее эффективно при распухании и прогорании тэлов. Аэрозоли эффективно образуются и при "технологической сдувке", когда производят ремонт первого контура реактора. Эта операция выполняется после слива теплоносителя. Кроме того, радионуклиды могут присутствовать и в водных сбросах атомных энергоустановках.

Атомные подводные лодки и корабли с ядерными энергетическими установками также являются источниками загрязнения окружающей среды радионуклидами. Когда запускают двигатель атомной подводной лодки, происходит сброс некоторого количества радиоактивных веществ с водой. Дело в том, что при нагревании вода расширяется и некоторая ее часть оказывается лишней. Она-то и сбрасывается в море вместе с радиоактивными веществами. В ионообменниках для деминерализации обменника используют смолу. Она также выделяет радиоактивные изотопы. Это очень мощный источник радиоактивных веществ, которые попадают в морскую воду. Оценено, что с атомных военных кораблей ежегодно в океан поступает активность примерно равная 1 млн Ku. Это дает только смола. С жидкими отходами поступает еще 5000 Ku радиоактивных веществ. К этому добавляется еще 3900 Ku, которые попадают в морскую воду из-за утечки радиоактивных веществ.

Атомные гражданские суда меньше загрязняют окружающую среду радиоактивными веществами. Это подтверждают такие цифры. Например, германское грузовое судно "Отто Ган" имело офи-

циальное разрешение на сброс в морскую воду 2 Ku радиоактивных изотопов в месяц. Но за два года эксплуатации оно сбросило в воду всего около 6 Ku.

Как уже было сказано, теоретически при делении ядерного горючего выделяются только радиоактивные благородные газы. Газообразные изотопы криптона и ксенона выделяются на начальной фазе при делении ядерного горючего. Но благородными эти газы остаются недолго. По истечении определенного времени происходит радиоактивный распад этих газов. В результате образуются изотопы цезия, рубидия и стронция. Что касается изотопов криптона и ксенона, то они являясь инертными не вступают ни в какие химические реакции. Но это и плохо, поскольку это дает им возможность проходить через любые аэрозольные фильтры. Мало того, они проникают через слой земли толщиною в несколько сотен метров. Они проникают через микрощели горных пород и соляные пласты. Так они выносятся в атмосферу, где они рассеиваются и распадаясь превращаются в аэрозоли.

Весь процесс на атомных подводных лодках протекает так. Когда лодка плавает, производят сдувку газовой подушки реактора, которая содержит изотопы инертных газов. Инертные газы закачивают в баллоны высокого давления. Туда вмещается 80 $м^3$ газа при нормальных условиях. Сдувку баллонов производят или через аэрозольные фильтры, или на определенной глубине под водой. Но, как уже было сказано, инертные газы не задерживаются ни аэрозольными фильтрами, ни слоем воды. Поэтому они попадают в атмосферу, где они превращаются в радиоактивные изотопы цезия и стронция. Образованные при этом изотопы цезия и стронция имеют период полураспада свыше 20—30 лет. Изотопы постепенно осаждаются на поверхности почвы и воды в виде твердых аэрозолей.

Для того, чтобы не было выбросов изотопов стронция и цезия, необходимо всячески улавливать инертные газы. Имеется несколько способов такого улавливания. Эффективным и недорогим таким способом является способ углеродной адсорбции. Применяют три модификации способа. В одном варианте фильтр устанавливают на базе. Тогда все подводные корабли обязаны производить операцию сдувки только на базе. Во втором варианте на кораблях имеется свой фильтр, который работает по рециркуляционной схеме. При этом время прохождения изотопов через фильтр должно быть больше периода полураспада первичного (материнского) вещества. В этом случае на выходе получается газ, который не содержит изотопов. В третьем варианте этого способа сдувка производится на корабле через свой фильтр.

Обследование баз и районов стоянок судов и кораблей с ядерными силовыми установками показало, что в воде и гидробиотах

содержатся и сами продукты деления. Были обнаружены и радионуклиды кобальта, циркония, хрома, железа, молибдена и никеля. Эти радионуклиды образуются под воздействием длительного облучения нейтронами вещества в работающем реакторе. О том, что происходит загрязнение акватории свежими осколками ядерного деления и отходами атомных реакторов, свидетельствует тот факт, что в пробах обнаруживаются радиоизотопы йода. Ясно, что жидкие радиоактивные отходы попадают в воду и вне баз и самих кораблей.

Радиационную обстановку в различных морских регионах специалисты характеризуют суммарной бета-радиоактивностью организма и его естественной радиоактивностью. Для этого выбираются определенные биоиндикаторы. В качестве них берут такие морские организмы, как губки, актинии, ракообразные, моллюски, иглокожие и водоросли. Самая неблагоприятная радиационная обстановка имеется в районах базирования кораблей с атомными силовыми установками. В таких районах показатель радиационной обстановки достигает 120 при норме 2. При этом оценка обстановки делается по радиоактивности организма.

На АЭС бывают не только периодические залповые выбросы радиоактивных веществ, но и выбросы их во время аварий. Аварии на АЭС происходили всегда, и трудно надеяться, что в будущем их удастся исключить полностью. Очень крупные аварии АЭС в США, Великобритании и России (СССР) происходили не часто. Но аварии с выбросом около 1000 Ku йода-131 происходят примерно один раз в год на 1000 ректоров. Аварии с выбросом в 10 раз меньшим происходят в 10 раз чаще. Небольшие аварии происходят значительно чаще. При этом имеются в виду такие аварии, когда уровни радиации не высоки, но она распространяется на большие территории. Такие аварии и обнаруживаются часто случайно по их последствиям. Загрязнение окружающей среды происходит длительное время до того, как принимаются необходимые меры, направленные на ликвидацию аварии. Весьма опасны в смысле возникновения аварий с выбросом радиоактивных веществ демонтаж и консервация реакторов, которые уже выработали свой ресурс.

Примером типичной аварии может служить авария на Ленинградской АЭС, которая произошла в апреле 1992 г. События развивались следующим образом. Конструктивно в реакторе каждого энергоблока типа РБМК (такие реакторы установлены и на Чернобыльской АЭС) имеется 1600 каналов. В каждый из этих каналов вставлена семиметровая капсула-кассета с урановым топливом. Авария на Ленинградской АЭС началась с того, что одна из таких кассет дала пробой. В результате радиоактивный газ попал в систему фильтров и адсорбции газов. В такой ситуации фильтры не смогли спра-

виться с очисткой пара. Поэтому из трубы реактора в атмосферу стал поступать концентрированный радиоактивный газ. Превышение предельно-допустимой концентрации составляло 3,5. В этом выбрасываемом радиоактивном газе содержание изотопов йода-131 в 6 раз превышало предельно допустимые концентрации.

Источником радиоактивных веществ, которые загрязняют окружающую среду, являются и подземные ядерные взрывы. Трудно быть уверенным в том, что инженерно-технические предосторожности и вечная мерзлота полностью блокируют радиоактивные вещества, выделяемые во время взрывов. Уровень радиации снаружи шахты в несколько раз ниже, чем в самой шахте. Так, через одну неделю после ядерного взрыва 24 сентября 1990 г. в тридцати метрах от штольни шахты гамма-фон был равен 20 мкР/ч, а бета-загрязнение отсутствовало. Но так благополучно бывает не всегда. Во время ядерного подземного взрыва 2 августа 1987 г. произошел существенный выброс в атмосферу радиоактивных газов, которые имеют короткие периоды распада. Сообщалось в печати о таких неблагоприятных фактах. Служба радиационной безопасности "Атомфлота" получила данные о том, что во время подземного ядерного взрыва в декабре 1986 г. атомный ледокол "Арктика", который следовал юго-восточнее испытательного полигона в продолжение 2,5 часа 4 декабря 1988 г. находился в радиоактивном облаке. 5 декабря 1988 г. радиационная опасность на атомоходе "Ленин" продолжалась 16 часов.

Что же касается радиоактивного загрязнения окружающей среды во время ядерных испытаний в атмосфере, то последствия этого загрязнения проявляются очень масштабно и сразу. Так, после ядерных взрывов на Новой Земле радиоактивные вещества — цезий-134, цезий-137, стронций-90 — стали выпадать с дождями во многих районах Европы и, естественно, в северных морях. Уже в первые дни после взрыва общая площадь, где радиоактивное загрязнение было больше 20 мкР, достигала 200 тысяч кв. км. Почва в странах Западной Европы была загрязнена очень сильно: в десять раз сильнее, чем это принято считать безопасным.

В настоящее время ядерные державы имеют в своем распоряжении десять миллионов кюри плутония. В Западной Европе накоплено семь тысяч тактических ядерных боеголовок, а всего их имеется около 50 тысяч. Со временем ядерные заряды атомного оружия стареют. Их надо изымать, и после этого они подлежат захоронению.

Захоронения радиоактивных веществ не ставят точки в решении проблемы радиационной безопасности. Эти захоронения являются весьма серьезным источником загрязнения окружающей среды радиоактивными веществами. Это и неудивительно, поскольку радиоактивные вещества захоронялись, мягко говоря, крайне бе-

зответственно. Приведем только некоторые факты. В течение более двадцати лет (с 1963 по 1986 г.) контейнеры с твердыми радиоактивными отходами регулярно захоронялись в бухтах Карского моря у Новой Земли. В заливах Абросимова, Степового, Цивальки, Ога, Седова, Благополучия, Течений, а также других захоронено много тысяч различных контейнеров. Так, в заливе Цивальки были затоплены судно атомно-технологического обслуживания "Н. Бауман", бетонный контейнер с ядерным реактором с атомохода "Ленин" и др. В северо-восточном секторе Баренцева моря были слиты жидкие радиоактивные отходы в объеме около 16 тысяч $м^3$. Их общая активность составляет 5500 Ku.

Источниками радиоактивных веществ являются долгоживущие продукты ядерных взрывов, которые попали в стратосферу, радиоизотопы, которые попали в атмосферу вследствие крупных аварий на ядерных объектах различного назначения, слив радиоактивных отходов в океаны и моря, а также локальные выпадения радиоактивных веществ вблизи мест функционирования источников ядерной энергетики. При этом надо учитывать не только источники радиоактивного загрязнения, которые находятся непосредственно в Арктике, но и отдаленные, от которых загрязнения попадают в Арктику водным и воздушным путем. Поступление таких загрязнений из Англии и Франции мы уже рассмотрели. Проанализируем, что собой представляют стоки радионуклидов с Урала и Сибири в моря Арктики.

Мы уже говорили о залповых выбросах (сбросах) радиоактивных веществ с различных атомных и ядерных предприятий и установок. В атомной промышленности эпизодические сбросы загрязняющих радиоактивных веществ связаны с авариями. В определенных случаях они предусмотрены технологической схемой производства. Уровни загрязнения радиоактивными веществами около заводов, производящих и перерабатывающих ядерное топливо, значительно ниже, чем на испытательных полигонах ядерного оружия. Они, как правило, ограничены небольшими площадями. Но когда речь идет не о суше, а о воде, то они распространяются с речной и морской водой очень далеко. Заводские технологии несовершенны. Поэтому в речную и морскую воду поступает значительная часть радиоактивных веществ. Поступают радиоактивные вещества и в воздух. Так, заводы по переработке ядерного топлива выбрасывают вещества, в которых содержание плутония-238 в 9 раз выше, чем в глобальных выпадениях.

В стране имеются три региона, где производился оружейный плутоний, включая ядерные реакторы, а также заводы по переработке ядерного топлива. Это: Челябинск-40, что находится в 15 км восточнее Кыштыма на Урале; Сибирская АЭС и Томск-7 в 15 км на

северо-запад от Томска на р. Томь и реакторы в Додоново на берегу реки Енисей в 50 км от Красноярска. В Челябинске-40 было произведено более 40 т оружейного плутония. Их производили на пяти графитовых реакторах и на одном реакторе на тяжелой воде. Вблизи Томска пять графитовых реакторов произвели 70 т оружейного плутония. Три реактора на тяжелой воде произвели 40 т оружейного плутония. Общий запас плутония оценивается в 268 ПБк ^{239}Pu.

Радионуклиды из водоемов на Урале стекали в речную систему Оби, а дальше по ней к Карскому морю (3700 км).

ОБРАЩЕНИЕ С ЯДЕРНЫМИ ОТХОДАМИ

Наиболее напряженным на Российском Севере в смысле радиационной безопасности является северо-западный регион, включающий Мурманскую и Архангельскую области. На этой территории расположены взаимосвязанные звенья единых технических и военных структур Северного флота, судостроительных и судоремонтных заводов.

Поставщиками ядерных отходов здесь являются Кольская атомная электростанция, Мурманское морское пароходство — РТП "Атомфлот", Северный флот ВМФ России, судоремонтные заводы. Сюда надо добавить и пользователей ионизирующих источников в различных отраслях народного хозяйства. Но их вклад несравненно меньше. На начало 1996 г. в этом регионе находилось около 57 000 тепловыделяющих сборок с использованным ядерным топливом, не менее 16 000 куб. м твердых и 6000 куб. м жидких радиоактивных отходов, 5100 куб. м солевого радиоактивного концентрата и около 1600 куб. м радиоактивных отработанных ионообменных смол. Во временных хранилищах системы "Радон", а также непосредственно на предприятиях, институтах и медицинских учреждениях содержится не менее 15 000 ионообменных источников. Все эти ядерные отходы имеют суммарную радиоактивность, которая оценивается в 2,3 триллиона беккерелеей (2,3 ТБк). По договору о сокращении ядерных вооружений должны быть выведены из эксплуатации атомоходы, а после 2003 г. должны быть демонтированы реакторные блоки Кольской Атомной станции. Колоссальная проблема возникнет в связи с утилизацией энергоблоков ледоколов "Сибирь", "Арктика", "Ленин", плавбазы "Лепсе" и атомных подводных и надводных кораблей. Специалисты оценивают, что к 2004 г. объем твердых радиоактивных отходов достигнет 42 тысяч куб. м. К 2010 г. этот объем составит 59 тысяч куб. м.

Проблема утилизации и захоронения радиоактивных отходов очень сложная потому, что многочисленные предприятия по производству ядерного оружия не были оснащены средствами переработки и хранения радиоактивных отходов. Не предусматривалось и создание хранилищ источников ионизирующих излучений. Надо сказать, что трудности утилизации РАО в одинаковой степени относятся и к гражданским ядерным объектам. На Северном флоте до ноября 1993 г. радиоактивные отходы, которые образуются при эксплуатации и утилизации кораблей, главным образом сбрасывались в море. Изначально никакая переработка ядерного топлива в регионе не предусматривалась.

Ситуация с временным хранением РАО и отработанного топлива следующая. Имеющиеся на Кольской АЭС хранилища РАО достаточны по объему и соответствуют отечественным нормам. Проблематично хранение только солевого концентрата, который образуется при упаривании первичных жидких РАО. Дело в том, что к настоящему времени объем емкостей хранения солевого концентрата уже заполнен до 90—93%. Так же обстоит дело и с хранением ионообменных смол и шламов. Заполнены практически полностью и хранилища жидких и твердых отходов Северного флота и судоремонтных баз. Более того, часть твердых радиоактивных отходов находится на хранении без предварительной сортировки. Некоторые из используемых хранилищ не соответствуют нормам российского законодательства. В свое время для хранения использованных источников ионизирующих излучений был создан мурманский спецкомбинат "Радон". Но сейчас он закрыт, поскольку не соответствует действующим нормативам. Кольская АЭС и РТП "Атомфлот" располагают рабочими мощностями по переработке жидких и твердых отходов. Но их технический уровень не соответствует современным нормативам. В настоящее время на РТП "Атомфлот" строится новая установка, которая должна будет перерабатывать жидкие радиоактивные отходы как атомных ледоколов и лихтеровоза, так и кораблей Северного флота. Проблема создания новых установок усложняется не только отсутствием необходимого финансирования (оно обеспечивается на 2,3% от потребности), но и ведомственной разобщенностью соответствующих предприятий.

В связи с финансовыми трудностями в настоящее время решить проблему радиационной безопасности в полном объеме практически нереально. Но для того, чтобы предотвратить аварийные ситуации с РАО, специалисты считают, что необходимо построить установку по переработке жидких РАО производительностью до 5000 куб. м в год на РТП "Атомфлот". Одновременно надо вести работы по проектированию и строительству опытного предприятия по захоронению низко и среднерадиоактивных отходов Ледокольного и

Северного флотов на архипелаге Новая Земля (мыс Башмачный). Но эти "пожарные" меры полностью не решат проблемы.

Для того, чтобы решить проблему полностью и навсегда, необходимо, прежде всего, выработать долговременную и целостную стратегию в области обращения с радиоактивными отходами в регионе. Она должна базироваться на результатах научного системного анализа. Надо создать базу всех данных по источникам и объемам накопленных и ожидаемых в ближайшей перспективе радиоактивных отходов. Затем надо установить фактическое состояние и условие хранения отходов, а также состояние дел с переработкой радиоактивных отходов. Кроме того, надо оценить будущее накопление и переработку радиоактивных отходов. При этом надо учесть и предстоящий демонтаж энергетических установок Кольской АЭС, утилизацию подводных лодок и крейсеров с ядерными энергетическими установками. На основании анализа всей этой информации необходимо разработать концепцию обращения с ядерными отходами в регионе и по созданию единой системы переработки РАО, а также их долговременного хранения и захоронения. Уже сейчас до выработки концепции очевидно, что для Кольской АЭС необходимо предусмотреть создание такого отвечающего международным стандартам оборудования, которое позволило бы проводить концентрирование и отверждение жидких радиоактивных отходов, сжигание и прессование твердых РАО. Для Ледокольного флота надо не только решить вопрос переработки различных категорий отходов, но и организовать хранение отходов и их вывоз на заводы, которые перерабатывают отработавшее ядерное топливо. Что же касается Военно-Морского флота, то здесь также надо решать не только вопросы хранения РАО, но и их транспортировки на перерабатывающие заводы. Но тут добавляется очень непростая проблема утилизации атомных подводных лодок. Кардинальное решение проблемы РАО — это создание общего для РАО региона могильника в глубоких геологических формациях.

Постановлением правительства Российской Федерации № 1030 от 23 октября 1995 года утверждена целевая программа "Обращение с радиоактивными отходами и отработавшими ядерными материалами, их утилизация и захоронение, на 1996—2005 годы". Программа направлена на комплексное решение проблемы, включая формирование современной нормативно-правовой базы. В рамках Программы предусмотрено решение следующих конкретных проблем, касающихся Северо-Западного региона России:

— разработка комплексных технико-экономических обоснований создания промышленной инфраструктуры по обращению с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом в Северо-Западном и Дальневосточном регионах (1996 г.);

— модернизация действующих и создание новых установок по кондиционированию жидких и твердых радиоактивных отходов на Ремонтно-Техническом предприятии флота (1996—2000 гг.);

— создание комплексов для кондиционирования всех видов радиоактивных отходов, образующихся при эксплуатации и типизации кораблей и судов с ядерными энергетическими установками на береговых технических базах Военно-Морского флота и судоремонтных заводах Рособоронпрома России и Военно-Морского флота (1996—2005);

— реконструкция действующих и строительство новых хранилищ отвержденных отходов на объектах Минпрома России и Военно-Морского флота России (1996—2005 гг.);

— создание транспортных средств, для перевозки упаковок радиоактивных отходов (1997—2005 гг.);

— разработка технологий и создание технических средств по переработке радиоактивных отходов, образующихся при демонтаже и выводе из эксплуатации береговых инженерных сооружений и вспомогательных судов атомного технологического обслуживания (1996—2005 гг.);

— разработки технологий и создание технических средств для утилизации реакторных отсеков атомных кораблей и судов (1996—2005 гг.);

— утилизация выводимых из эксплуатации судов атомного технологического обслуживания (1997—2005 гг.);

— создание и ввод в эксплуатацию штатных баз перевалки отработавшего ядерного топлива (1997—2000 гг.);

— реконструкция действующих и строительство новых хранилищ отработавшего ядерного топлива на объектах Минпрома России и Военно-Морского флота (1997—2005 гг.);

— экспериментальные обследования мест захоронения радиоактивных отходов в акваториях морей Северо-Западного и Дальневосточного районов и разработка предложений по обращению с ними (1997—2000 гг.).

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОГО СЕВЕРА

Стратегия устойчивого развития Севера должна базироваться на единых глобальных критериях и методологической основе. Но она должна учитывать специфику местных условий. Государственная политика по данному вопросу состоит в том, что устойчивое,

экономически безопасное развитие страны (как и всех ее регионов) может быть обеспечено при условии экономического возрождения. Поэтому первоочередная задача состоит в том, чтобы обеспечить устойчивый режим работы предприятий базового сектора полярной экономики — горнопромышленного, топливно-энергетического и рыбохозяйственного комплексов. Только так можно надеяться на переход к устойчивому развитию Российского Севера.

В настоящее время многие прежние полномочия центра переходят к местным администрациям. Но при этом надо учитывать хрупкость социальных и биологических систем Севера. Надо учитывать природно-ресурсные, социально-экономические и экологические особенности каждого региона. Российский Север состоит из регионов, которые по многим признакам отличаются друг от друга. Имеются регионы, основной доход которых формируется за счет нефтяных и газовых акцизов и налогов. Это Ямало-Ненецкий автономный округ, Республика Саха (Якутия), Мурманская область. Эти регионы являются донорами федерального бюджета. Для них важнейшим условием саморазвития является скорейшее разграничение прав собственности между федеральным центром и местной администрацией. Это касается не только собственности на месторождения нефти и газа, но и на другие ресурсы.

Автономные округа Чукотский, Ненецкий и Таймырский, а также Архангельская область формируют свой бюджет в основном за счет федеральных перечислений. Для них характерны трансфертные экономики. В этих условиях значительно труднее определиться с источниками саморазвития. Эти источники местные администрации ищут на путях международного сотрудничества. При этом стараются использовать все возможные свои преимущества. Это и экономико-географическое положение, и накопленный интеллектуальный потенциал, и рекреационные возможности, и многое другое.

В вопросе межнациональных отношений необходимо учитывать то, что на Российском Севере практически нет моноэтнических поселений. В так называемых национальных поселениях аборигенное население состоит из разных этнических групп. Здесь оно проживает совместно со старожильческим населением. В этих условиях надо проводить такую национальную политику, которая обеспечивала бы сохранение и использование традиционных опыта и знаний этнических групп, а также развитие традиционных отраслей хозяйствования. Коренные малочисленные народы должны чувствовать реальную государственную поддержку и защиту.

Для того, чтобы решить экологические проблемы Севера, необходимо в первую очередь совершенствовать технологические про-

цессы с целью постепенного перехода к малоотходным производствам. Кроме того, очень важно расширять сеть особо охраняемых природных территорий.

Переход к устойчивому развитию Российского Севера должен быть обеспечен разработкой и принятием нормативно-правовой базы на всех уровнях — федеральном, региональном и местном. Эта работа идет достаточно успешно. Уже приняты "Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике" и Федеральный закон "Об арктической зоне Российской Федерации". В этом законе зафиксированы границы и статус арктической зоны, а также сформулированы особенности бюджетной, инвестиционной и социальной политики на Российском Севере. Здесь нашли отражение и принципы отношений федерального центра и субъектов Российской Федерации. Сформулированы также принципы отношений с коренными малочисленными народами. К настоящему времени по ряду территорий утверждены федеральные программы социально-экономического развития. Отрадным является тот факт, что один из северных регионов — Мурманская область — уже разработал собственную региональную программу перехода к устойчивому развитию. В основу программы положен прогрессивный принцип — переход к финансированию расходов за счет собственных источников и уменьшение роли федеральных трансфертов в формировании доходной части бюджета.

Государственная программа в Арктике реализуется через выполнение федеральных целевых программ: "Экономическое и социальное развитие коренных малочисленных народов Севера до 2000 года", "Дети Севера", "Строительство на территории Российской Федерации жилья для граждан, выезжающих из районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей", "Топливо и энергия", "Мировой океан". В последней программе имеется подпрограмма "Освоение и использование Арктики", которая нацелена на создание условий устойчивого развития Российского Севера.

Для стабилизации социально-экономической ситуации на Российском Севере необходимо поддержать жителей закрывающихся промышленных поселков в связи с ликвидацией градообразующих предприятий, стимулировать занятость народов Севера в традиционных отраслях хозяйствования, поддержать организации, которые осуществляют подготовку специалистов из местного коренного населения по новым направлениям региональной экономики, внедрять малые нефтеперерабатывающие установки и электроустановки с использованием нетрадиционных энергоносителей с целью увеличения энергонезависимости северных поселений. Все перечисленные меры предусмотрены в указанных выше федеральных программах. Необходимо добиться стопроцентного их выполнения.

Для реализации стратегии устойчивого развития на Севере очень важно международное сотрудничество в Арктике. Одним из направлений такого сотрудничества является реализация стратегии защиты окружающей среды Арктики. В 1996 г. был создан Арктический совет, в который вошли Россия, Канада, США, Норвегия, Швеция, Финляндия. Международному сотрудничеству способствуют Совет Баренцево/Евро-Арктического региона, Северный форум, Международный арктический научный комитет и другие.

Международные проекты, которые реализуются с участием других стран, должны обеспечить необходимый для экономической стабилизации доход как в федеральную науку, так и в бюджеты северных регионов. Это, прежде всего, освоение нескольких нефтегазовых месторождений: Штокманского на шельфе Баренцева моря, Тимано-печорской группы в Ненецком автономном округе.

В области радиационной безопасности необходимо реализовать федеральную целевую программу "Обращение с радиоактивными отходами и отработанными ядерными материалами, их утилизация и захоронение".

Необходимо объединить усилия различных стран для более детальной оценки влияния трансграничного переноса на состояние окружающей природной среды в Арктике.

Надо развивать международное сотрудничество в интересах решения проблемы подготовки специалистов, которые были бы способны работать в новых социально-экономических условиях.

Необходимо развивать научное сотрудничество с другими северными странами. Сейчас это сотрудничество идет по десяти направлениям и реализуется на федеральном и региональном уровнях в рамках Международного арктического научного комитета, Совета Баренцево/Евро-Арктического региона и Северного форума.

Устойчивого развития Российского Севера можно добиться только путем последовательного решения взаимосвязанных задач в области экономики, социальной сферы, экологии, науки, безопасности и международной сферы.

Развитие экономики должно быть направлено на создание благоприятных условий жизнедеятельности населения при обеспечении устойчивого развития производства. Первоочередная задача в этом направлении состоит в том, чтобы остановить спад добычи ресурсов и обеспечить устойчивый режим функционирования предприятий, добывающих ресурсы. Это относится к топливно-энергетическому, горнопромышленному, горно-химическому и рыбохозяйственному комплексам. При этом необходимо обеспечить приоритетное развитие отраслей специализации общенационального значения.

Целесообразность освоения природных ресурсов и очередность освоения должны осуществляться на основе комплексной оценки всех факторов развития — экономических, социальных, экологических, оборонных и политических. Необходимо рационально использовать и качественно улучшать ресурсную базу регионов первоочередного освоения. Для этого надо кардинально усовершенствовать методы освоения природных ресурсов и их рационального использования. Нуждается в совершенствовании и регулирование всей деятельности по разведке, приросту запасов, а также по освоению и эксплуатации месторождений.

Развитие хозяйственного комплекса невозможно без развития транспорта, связи, строительства. Северный морской путь необходимо не только поддерживать, но и укреплять путем развития морского и смежных видов транспорта, авиационного и навигационно-гидрографического обеспечения и других видов деятельности.

Экономическое развитие Севера возможно только при государственном протекционизме. Он должен выражаться в предоставлении компенсации повышенных затрат на осуществление производственной деятельности товаропроизводителям, которые обеспечивают государственные нужды. Это должно относиться в равной степени к товаропроизводителям всех форм собственности. Государство должно оказать поддержку в осуществлении повышенной обновляемости основных фондов. Хозяйственная деятельность на экологически неблагоприятных территориях должна быть ограничена. Государство должно содействовать созданию благоприятных условий для зарубежных и отечественных инвесторов. Надо отдавать предпочтение тем из них, которые направляют финансовые средства в инфраструктурные отрасли, а также на решение социальных проблем. Но для стимулирования этого государство должно обеспечить стартовые условия для создания объектов производственной инфраструктуры, транспорта, связи, жилого фонда. Должны быть обеспечены стартовые условия и для комплексного изучения природных ресурсов. Государство должно оказывать финансовую поддержку завоза топлива, продовольствия, товаров народного потребления первой необходимости. Государство должно обеспечить поддержку малочисленных коренных народов Российского Севера. Им должны предоставляться дополнительные льготы транспортного и социального обслуживания. Необходимо обеспечить государственное финансирование развития традиционных отраслей хозяйства и природопользования. Они должны быть ориентированы на жизнеобеспечение и полную занятость коренных малочисленных народов Севера. Необходимо создать условия для того, чтобы у этих народов сохранялся традиционный образ жизни.

Государство должно обеспечить государственную защищенность населения Российского Севера. Этого можно добиться путем выполнения государственных и региональных программ, в рамках которых предусматривается обеспечение занятости населения, организация профессионального обучения молодежи, подготовка кадров. Необходимо реализовать программы переселения нетрудоспособной части населения в другие районы страны, а также ликвидировать трудоизбыточность и безработицу. Кадровый и трудовой потенциал на Севере следует формировать на контрактной основе. Целесообразно шире внедрять вахтовый метод работ на Севере. Жителям Севера государство должно предоставить гарантии и компенсации на возмещение дополнительных затрат, обусловленных экстремальными условиями Севера. Лицам, которые выезжают из северных районов, государство должно предоставить на льготных условиях ссуды и кредиты под строительство жилья на новом месте. Необходимо добиться, чтобы социальная инфраструктура обеспечивала оптимальную достаточность для обслуживания как коренного, так и пришлого населения. Она должна обеспечивать нормальные условия труда и отдыха, рациональное питание и сохранение здоровья населения.

Государство должно регулировать природопользование и стимулировать природоохранную деятельность. Для этого должна быть создана система природоохранного законодательства, стандартов, нормативов, а также экологических требований к хозяйственной деятельности. Необходимо перестроить структуру хозяйственного комплекса таким образом, чтобы ограничить развитие и размещение тех производств и отраслей, которые создают повышенные нагрузки на природную среду. Для того, чтобы оздоровить экологическую обстановку, надо стимулировать учет экологических последствий хозяйственной деятельности и задействовать систему возмещения ущерба, нанесенного качеству окружающей среды. Производства постепенно надо переводить на экологически безопасные технологии.

Устойчивое развитие северных регионов невозможно без рационального использования и воспроизводства земельных ресурсов и биоресурсного потенциала. Необходимо решить проблему утилизации, обезвреживания и безопасного захоронения радиоактивных отходов.

Для выполнения природоохранных мероприятий и осуществления контроля уровней и оценки влияния загрязняющих веществ на окружающую среду и здоровье населения необходимо создать единую систему экологического мониторинга. Необходимо расширить сеть государственных заповедников и других особо охраняемых природных территорий. В местах компактного проживания и

традиционного хозяйствования коренных малочисленных народов Севера необходимо соблюдать особые меры использования и регулирования освоения природных ресурсов.

Долгосрочные перспективы и основные направления различных видов деятельности должны разрабатываться на строго научной основе, на основании изучения природной среды Севера и дальнейшего накопления данных о разнообразии и масштабах ресурсов. Только на научной основе можно провести комплексную оценку минерально-сырьевого потенциала и биоресурсов Российского Севера.

Необходимо осуществлять непрерывный контроль фонового состояния природных комплексов и прогнозировать их изменение в близком и отдаленном будущем. Решение проблем устойчивого развития Севера невозможно без учета воздействия окружающей среды на хозяйственные объекты и жизнедеятельность в Арктике, с одной стороны, и обратного воздействия хозяйственной деятельности на природную среду — с другой. Эти вопросы должны решаться на научной основе с использованием банков данных, которые должны формироваться на базе современных информационных технологий. Охрана здоровья населения Севера и полярников должна быть организована на научной основе с учетом всех действующих на здоровье факторов. Таким образом, обязательным элементом программы устойчивого развития Севера должны быть научные исследования по фундаментальным и прикладным проблемам. Они должны финансироваться как из федерального и регионального бюджетов, так и из фонда научных исследований на Севере, который следует формировать за счет средств, которые государство получает от лицензирования, а также других видов деятельности.

Развитие Арктики затрагивает интересы не только восьми северных стран — России, США, Канады, Финляндии, Швеции, Норвегии, Исландии и Дании, но и всего мира. Поэтому проблемы устойчивого развития арктических регионов должны решаться всеми странами согласованно, что позволит выработать оптимальную стратегию устойчивого развития Севера. Международное сотрудничество будет содействовать поддержанию мира и стабильности в Арктике и обеспечит благоприятные внешние условия для социально-экономического развития и решения природоохранных, научных и других внутренних задач на Российском Севере. Международное сотрудничество способствует созданию благоприятных условий для защиты геополитических интересов нашей страны в Арктике.

Для того, чтобы достичь указанных выше целей, необходимо строить международное сотрудничество на следующих принципах. Нельзя допускать возникновения в Арктике очагов напряженности

и конфронтации. Наша страна намерена укреплять добрососедские отношения с другими арктическими странами, развивая с ними взаимовыгодное экономическое, научно-техническое, культурное и иное сотрудничество на двухсторонней и многосторонней основе по тем проблемам, которые представляют взаимный интерес. При развитии международного сотрудничества надо отдавать предпочтение региональному подходу, согласно которому арктическим странам должны быть предоставлены особые права по сравнению с неарктическими странами, поскольку их роль и ответственность в Арктике особая. Необходимо оказывать поддержку тем специализированным арктическим международным организациям, которые призваны решать проблемы Арктики в целом. Но при этом надо всегда отстаивать национальные интересы России. Так, в процессе организации международного судоходства по Северному морскому пути, который является российской арктической транспортной магистралью, надо добиваться того, чтобы судоходство осуществлялось в соответствии с правилами Российской Федерации.

Необходимо принять первоочередные меры по стабилизации, а в последующем и по расширению производства традиционных для Российского Севера экспортных товаров. Необходимо совершить диверсификацию экспортной базы и увеличение поставок на экспорт продукции, которая характеризуется более высокой степенью переработки. Очень важно делать все возможное для создания привлекательного инвестиционного климата на Российском Севере.

При решении вопроса о вступлении России в новые международные организации, создаваемые для решения проблем Арктики, необходимо исходить из возникающих при этом последствий.

В отношении архипелага Шпицберген государственная политика должна быть направлена на сохранение присутствия России на этом архипелаге. На Шпицбергене необходимо проводить развитие диверсификации хозяйственной деятельности. Учитывая специфическое положение архипелага, здесь целесообразно проводить научные исследования в области гидрометеорологии, геологии, биологии, гляциологии и археологии. Здесь надо продолжать изучение ресурсной базы угольной и других отраслей промышленности. При всех видах деятельности надо неукоснительно выполнять установленные экологические требования. Это относится не только к добыче, первичной переработке и транспортировке угля и других полезных ископаемых, но и всех видов деятельности без исключения. При формировании и использовании производственной и социальной инфрастуктуры, а также при осуществлении туристической деятельности надо обеспечивать выполнение установленных экологических нормативов.

Осуществлять на практике стратегию устойчивого развития Российского Севера можно только на соответствующей законодательной и нормативно-правовой базе. Государственной Думой в минувшем году была проведена работа по созданию Северного кодекса. Это большой пакет законов, которые помогли бы дальнейшему развитию Российского Севера и защитили бы интересы северян.

После принятия базового закона "Об основах государственного регулирования социально-экономического развития Севера Российской Федерации" Государственная Дума приняла ряд законодательных актов, которые направлены на решение проблемы переселения северян в среднюю полосу. Подготовлены еще несколько законопроектов.

В 1997 г. в федеральный закон о бюджете было включено распределение жилищных субсидий для выезжающих из Севера, а также указание конкретных сроков выделения ассигнований на реализацию северного завоза. В расходную часть бюджета включено обеспечение коренного населения учебниками на разных языках.

В 1998 г. Государственной Думой принят закон "О северном оленеводстве", а также законы "О государственных гарантиях и компенсациях для лиц, проживающих в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях", "О порядке ликвидации населенных пунктов в районах Крайнего Севера", "Об общих принципах организации общин коренных малочисленных народов России". Подписаны соглашения о сотрудничестве и взаимодействии в процессе законотворчества с Государственным Собранием Республики Саха, Думой Чукотского автономного округа.

В ближайшем будущем необходимо предусмотреть правовое регулирование:

— реорганизации системы медицинского обслуживания детства;

— утверждения научно-обоснованных нормативов материально-технической базы медицинских учреждений, рационального питания;

— организации содержательного и оздоровительного отдыха детей в каникулярное и летнее время;

— охраны здоровья и техники безопасности во время занятий и отдыха детей;

— организации реабилитационных центров и групп для детей с отклонениями и детей льготной категории;

— защиты интересов несовершеннолетних при обеспечении жильем и при его приватизации;

— ответственности граждан за вовлечение детей и подростков в организованную преступность.

Необходимо добиваться государственных гарантий общественно-полезной занятости подростков. Для этого необходимо:

— Правительству Российской Федерации войти в Федеральное Собрание с законодательной инициативой об изменении статьи 43 Конституции Российской Федерации, а также ряда статей закона "Об образовании";

— установить квоту для государственных предприятий по приему на работу подростков и юношей допризывного возраста;

— реорганизовать систему профессиональной ориентации, расширить и укрепить сеть профессионально-технических училищ, а также других учреждений для подростков и молодежи.

Необходимо принять федеральный закон об Арктике. В нем в законодательном порядке должны быть закреплены принципиальные положения, составляющие основы государственной политики в Арктике. Закон должен регламентировать взаимодействие федеральных органов исполнительной власти и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации. Действующая в настоящее время нормативная база, которая регулирует хозяйственную, научную, туристическую деятельность и международное сотрудничество в Арктике, должна быть приведена в соответствие с новым законодательством.

Для реализации государственной политики в Арктике необходимо обеспечить выполнение принятых федеральных программ, относящихся к Российскому Северу.

Проблема развития Севера охватывает все стороны производственной, социальной и духовной жизни населения. Поэтому необходимо усилить координацию деятельности в Арктике министерств, ведомств и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации. Для успешного решения проблемы устойчивого развития Севера необходимо улучшить информационное обеспечение органов государственной власти по всем вопросам развития Севера, и в частности по вопросам, связанным с деятельностью российских и зарубежных организаций в Арктике.

РОССИЯ ВЫБИРАЕТ БУДУЩЕЕ

Последние полвека люди стали осознавать, что далеко не все так хорошо, как хотелось бы. С каждым десятилетием напряжение понимания усиливается. Появилось множество центров по научному прогнозированию будущего человечества. Но, в конце концов, истина заключена в том, что будущее человечества (в конкретных

вариантах) спрогнозировать невозможно. Если вас спрашивают, что ожидается завтра, а вы прогнозируете или одно, или другое, или третье, или... сотое, то это лишено смысла. Недаром самым большим открытием XX в. специалисты считают заключение русского философа и экономиста В. А. Базарова о том, что прогноз явлений, поддающихся планированию и вообще управлению, надо ориентировать не на предсказание, а на повышение эффективности плановых и других решений. Работа В. А. Базарова "Принципы построения перспективного плана" была опубликована в 1928 г. в журнале "Плановое хозяйство". Западные ученые пришли к этой же мысли только полвека спустя. А В. А. Базаров был репрессирован и расстрелян.

По сути здесь все просто. Если данное явление можно планировать, программировать, проектировать и вообще если оно поддается управлению, то нет никакого смысла его предсказывать. Надо повышать эффективность управления, сочетая "генетический" подход условного продолжения в будущее наблюдаемых тенденций. Специалисты должны анализировать получаемые таким путем модели с тем, чтобы выявить или уточнить перспективные проблемы, которые подлежат решению средствами управления.

Прогнозов развития человечества, и в частности России, множество. Задача в том, какой из них выбрать — ведь осуществится только один вариант. Историю нельзя переиграть. С каждым новым событием отношение к этим прогнозам меняется: те из них, которые казались наиболее правдоподобными, оказываются просто смешными. Мы не сочли нужным (для читателя) давать анализ всех этих прогнозов. Зато мы считаем необходимым обсудить те факторы, которые определяют будущее России — прекрасное будущее.

Россия располагает колоссальной территорией, на которой проживает 150 миллионов человек. На этой территории может прекрасно проживать 500 миллионов человек. Это при небольшой плотности населения, какая характерна для США. Если исходить из плотности китайского населения, то на теперешней территории России может проживать более 2 миллиардов человек, а по японским нормам — все 5,7 миллиарда. Значит, у России есть главное — место жительства. На нем, по японским меркам, можно поселить население всего земного шара.

У России не только колоссальная территория, но и огромные природные ресурсы. У России больше разведанных природных ресурсов (на 10,2 триллиона долларов), чем у Бразилии, Южной Африки, Китая и Индии, вместе взятых. При этом надо иметь в виду, что топливно-энергетические и сырьевые законы Сибири

толком еще не разведаны. Можно не сомневаться, что они огромны. Россия на столетия вперед будет оставаться обладателем богатейших ресурсов мира.

Территория России покрыта созданной раньше колоссальной инфраструктурой. В настоящее время действует мощная сеть производства и распределения электроэнергии. Полностью работоспособна тяжелая индустрия. Имеется развитая система железнодорожного, водного и воздушного транспорта. Надо иметь в виду, что даже сегодня число рабочих мест в производственной сфере России, включая простаивающие и законсервированные, превышает число таких мест в Соединенных Штатах.

Россия по-прежнему обладает потенциалами военных и аэрокосмических технологий. Сохранилась уникальная сеть исследовательских и учебных центров. Не только продолжают работать, но и развиваются системы телекоммуникаций, без которых невозможно функционирование современного общества.

Хороший рынок сбыта продукции, произведенной по российским традициям и стандартам, имеется в бывших советских республиках. Кстати, эта продукция вполне конкурентоспособна в этой среде с продукцией остального мира. Россия имеет реальные возможности выхода со своей продукцией на рынки Запада, поскольку создание новых технологий в стране не вызывает сомнений. При этом надо иметь в виду, что главным фактором экономического роста может стать гигантская емкость внутреннего рынка страны.

Что касается населения России, то оно представляет собой концентрированное укоренение на своих территориях. Это население имеет сильное в интеллектуальном, творческом и культурном отношении ядро. К 123 миллионам нынешних русских россиян могут в несколько лет добавиться еще 25—27 миллионов из бывших советских республик. Если это произойдет, то при оживающей экономике и ежегодном плановом приросте численности всего на 5 процентов за 20 лет население России увеличится до 400 миллионов человек, а еще через 5 лет — до 500 миллионов человек.

Благоприятно скажется и то, что на южных и восточных рубежах России, бесспорно, будут иметь место демографические взрывы. В результате активная часть населения этих стран может найти работу в России. Но каждое пересечение границы России должно быть санкционированным.

Очень благоприятно для России ее удачное географическое положение. Она является естественным местом между тремя самыми развитыми и богатыми на сегодняшний день регионами мира — Западной Европой, Юго-Восточной Азией и Северной Америкой.

Существенной статьей доходов для России станет плата за обеспечение более быстрого, надежного и безопасного сообщения между этими регионами. В будущем обмены товарами и информацией между этими развитыми регионами существенно увеличатся. Значит, увеличатся и доходы России. Более того, движение товаров через Россию побудило бы производителей включать в цепочку не только ее транспортные, но и производственные возможности. В России могли бы размещаться сборочные предприятия. Это было бы выгодно и заказчикам, поскольку в России более дешевая рабочая сила.

Есть и еще много других плюсов у России. Один из них — земля, которая может кормить, по крайней мере, своих граждан. В настоящее время мы ввозим продукты питания на сумму в 15—20 миллиардов долларов в год. Это примерно соответствует всей выручке от продажи нефти. Надо, наконец, решить оргвопросы с землей и кормить себя самим. А эти миллиарды пустить на подъем экономики. Тысячи деревень перестанут пустеть, а все новые миллионы гектаров не так давно плодородной пашни перестанут зарастать. Здесь мы получим не только материальную выгоду. Мы поставим жизнь в России на нормальные рельсы, о чем могут только мечтать ученые-альтернативисты. Жизнь в новых деревнях будет здоровой и физически и морально. Произойдет большой отток лишних людей из городов. И они будут счастливы. И это все реально. Но государство должно эту проблему сдвинуть с мертвой точки. Кроме законов оно должно строить дороги, линии электропередач и другую инфраструктуру. Помощь селу надо оказывать не деньгами, а дорогами и киловаттами. И конечно, надо навсегда устранить организованную и неорганизованную преступность. Если Россия будет сама себя кормить (а грех не делать этого), то освободившейся суммы в 20 миллиардов долларов в год вполне хватит на восстановление и модернизацию собственного промышленного производства. Собственно, это предельная сумма, которую, по мнению специалистов, может проглотить российская экономика.

Если это будет сделано, то Россия будет восстанавливаться, укрепляться на глазах. Это уже было в период промышленной революции 1890—1913 гг., во время НЭПа 20-х, в индустриализацию 30-х и в годы послевоенного восстановления страны.

Когда Россия встанет в полный рост, сильная и богатая, добрая и дружелюбная, интеллектуальная и духовная, то отпадут вопросы — с кем пойдут бывшие советские республики и вообще другие страны третьего мира. Россия станет щитом, защитой от эмансипации уродливой цивилизации США с ее дубинкой и золотым тельцом. Будущее мира за духовностью, а не за голой выгодой и прибылью. Но мы должны не допустить уродливого разрыва между богатой частью общества и бедной. Этот разрыв не должен превышать цифру 5—6 раз. Лучше будет, если это будет 3—4 раза.

Чтобы все это не представлялось утопией, приведем некоторые финансовые показатели. Прирост производства на 7 процентов в год вполне реален. Китай все последние десятилетия имел прирост на 10 процентов в год, а иногда и 13 процентов. По данным Госкомстата РФ, в 1995 г. валовой внутренний продукт России составил 600 миллиардов долларов. За пять лет его можно поднять до 840 миллиардов. Это значит рост валового продукта в 1,4 раза при росте населения страны на 17 процентов. Если все пойдет так, то через пять лет Россия будет производить товаров на сумму 4800 долларов на душу в год. Это только начало. Главное в том, что мы освободимся от всех видов иностранной зависимости, в том числе и от продовольственной. Переоснащенная экономика начнет приносить плоды. При обеспеченности собственным сырьем и энергией, при необходимости наполнения изголодавшегося внутреннего рынка, при огромных потребностях в строительстве Россия будет устойчиво развиваться со средними темпами роста, которые не будут уступать китайским (10% в год).

Если поддерживать такие темпы следующие 20 лет, то к тому времени, когда в России будет проживать 400 миллионов человек, ее валовой внутренний продукт составит 5650 миллиардов долларов и станет сопоставим с таковым крупнейших стран Запада, в том числе и Америки. В то время российские предприятия наработают свыше 14 000 долларов в год на душу населения. А это уже хорошо. Не слишком ли это оптимистично? Отнюдь нет. Об этом говорит история России. Когда она оказывалась на краю очередной пропасти, она всякий раз собиралась с силами, несла огромные потери, но из схватки выходила пугающе обновленной, усилившейся и еще менее постижимой, чем была до того.

В нашу пользу говорят и объективные законы истории. Один из этих законов — закон воспроизводства человеческих сообществ, согласно которому могут быть как угодно изменены материальные условия жизни народа, принципы его социальной организации, границы его территории. Но если сохранится этническое ядро, сохранятся основы культуры и духовности нации, сохранится живой язык, тогда на новом уровне обязательно восстановится именно тот тип сообщества, какой для этого народа был характерен в прошлом.

Похоже, что Россия нашла своего лидера и дух российский найдет свое выражение в его воле и воплотится в движении к цели. Возрождение России не вызывает сомнения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Перед человечеством всегда стояли сложные проблемы. Были проблемы, которые создавала природа. Примером может служить Всемирный потоп, вызванный столкновением Земли с небесным телом. Но не меньше было и проблем, которые человек создавал сам. Очень многие факты говорят за то, что человечество уже погибало в глобальном масштабе в результате чрезмерного развития своих разрушительных технологий.

В наше время человечество создало себе проблемы само. Человек не понял свое место в мире и, главное, в своей деятельности не стал считаться ни с кем. Он полагал (и полагает), что весь этот мир создан только для него, для его потребы. Своими действиями он нарушил условия в окружающей его среде до такой степени, что изменения в ней стали необратимыми. Так, мы никогда уже не сможем восстановить озонный слой. Заброшенные в атмосферу вещества будут поедать озонный слой еще в продолжение двухсот лет (это даже в том случае, если мы с сегодняшнего дня не будем выбрасывать в атмосферу ни одного грамма загрязняющих веществ). Через несколько десятков лет озонный слой не будет защищать нас и все живое на Земле от ультрафиолетового излучения Солнца. Это само по себе трагично. Но кроме этого, изменится тепловой режим атмосферы, а значит и ее динамика. А это погода и климат. Нам придется привыкать к непредсказуемому появлению торнадо, смерчей и разных экзотических завихрений атмосферы, которые будут не только ломать деревья, но и поднимать на воздух многоэтажные дома. Многие думают, что эти явления временные. Но, к сожалению, это не так. Это надолго, поскольку атмосфера становится неустойчивой, непредсказуемой. Это значит, что происходящие погодные катаклизмы не исключение. Скоро они станут правилом.

Человек создал себе проблемы не только с внешней средой. Он устроил свою собственную жизнь также по тупиковым правилам. Общество потребления не принесло счастья. Оно разделило людей на сверхбогатых и на сверхбедных. Оно поражено всеми возможными пороками: насилием, наркоманией, проституцией, бездуховностью. Это закат цивилизации, ее загнивание. Это тупик. Специалисты видят выход в создании альтернативной цивилизации, в которой "малое является благом". Но кто создаст нам такую цивилизацию? Для Америки и Европы такая цивилизация — дело нереальное. Они должны пройти и пройдут через крушение. Для нас все зависит от того, каким путем мы пойдем. У нас еще есть возможность не повторить их трагедию, хотя последние десять лет мы и шли не тем путем. Хочется верить, что нам хватит мудрости выбрать путь лучше.

Содержание

Введение **5**

Часть первая
ЗЕМЛЯ — НАШ ДОМ В КОСМОСЕ

Земля 11
Солнце 27
Атмосфера 55

Часть вторая
КЛИМАТ И ЕГО ИЗМЕНЕНИЯ

История климата 76
От чего зависит климат 81
Образование климатической системы 85
Почему менялся климат? 91
Влияние на климат движения Земли 98
Влияние солнечной активности на климат 105
Влияние геофизических факторов
на изменение климата 113
Влияние циркуляции атмосферы
на изменение климата 124
Изменение климата в четвертичном периоде 127
Климат в эпоху новой жизни 145
Климат последнего тысячелетия 158

Часть третья

ЖИЗНЬ НА ЗЕМЛЕ

Популяции и сообщества 164
Пищевые цепочки
и циркуляция загрязняющих веществ 172
Экологическая система 185
Развитие экосистемы 193
Биопатогенные зоны — экологический фактор 201
Радиационная экология 215
Биогеохимические циклы 240
Энергия в экосистемах 254
Экология духа 260

Часть четвертая

ЧЕЛОВЕК — СИСТЕМА БИОЛОГИЧЕСКАЯ

Человеческий организм —
система устойчиво неравновесная 275
Человеческий организм —
система электромагнитная 279
Человеческий организм —
система автоколебательная 302
Ритмы в работе человеческого организма 317
Биоритмы и космические факторы 322

Часть пятая

РИТМЫ КОСМОСА В ЖИЗНИ ЗЕМЛИ

Влияние солнечной активности
на атмосферу и гидросферу 327
Уровень воды в озерах и солнечная активность 335
Влияние космоса на растения 337
Урожаи и солнечная активность 342
Влияние магнитного поля на растения 348
Переломы в ходе природных процессов 354
Космос в жизни животных 357

Прямое влияние космических факторов
на живые организмы 374
Космос и эпидемии 385

Часть шестая
ВЛИЯНИЕ КОСМОСА НА ОБЩЕСТВО

Возраст человечества 403
Экология общества 410

Часть седьмая
ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

Римский клуб: мир в опасности 434
Альтернативная цивилизация 443

Часть восьмая
РОССИЯ НА ГРАНИ СТОЛЕТИЙ

Россия на переходе 454
Народонаселение и проблемы развития России 463
Стратегия устойчивого развития 484
Устойчивое развитие и природопользование 495
Устойчивое развитие и проблема экологизации 508
Стратегия устойчивого развития
и научно-технический прогресс 516
Социальные условия
и стратегия устойчивого развития 525
Источники загрязнения окружающей среды
в арктических регионах России 538
Проблема радиационного загрязнения
окружающей среды Арктики 559
Обращение с ядерными отходами 571
Современные проблемы
устойчивого развития Российского Севера 574
Россия выбирает будущее 583

Заключение 588

Мизун Ю. В., Мизун Ю. Г.
М 58 **Тайны будущего. Прогнозы на XXI век.** — М.: Вече, 2000. — 592 с. («Великие тайны»)

ISBN 5-7838-0673-0

В своей новой книге широко известные авторы научно-популярного жанра обращаются к самым животрепещущим проблемам современности и на основе привлечения богатейшего фактического материала предлагают свои прогнозы развития человеческой цивилизации в XXI веке, затрагивая самые различные аспекты — от климата и экологии до демографических и военных проблем. Особое место в книге уделено будущему России.

Юлия Владиславовна МИЗУН
Юрий Гаврилович МИЗУН

ТАЙНЫ БУДУЩЕГО
ПРОГНОЗЫ НА XXI ВЕК

Генеральный директор *Л. Л. Палько*
Ответственный за выпуск *В. П. Еленский*
Главный редактор *С. Н. Дмитриев*
Редактор *В. В. Михеева*
Корректор *Б.И. Тумян*
Художник *В. А. Крючков*
Разработка и подготовка к печати
художественного оформления — «Вече-графика»
О. Г. Фирсов
Компьютерная верстка *Г. Н. Фадеев*

ЛР № 064614 от 03.06.96
Издательство «Вече», 129348 Москва, ул. Красной сосны, 24.
Наши электронные адреса:
WWW.VECHE.RU
E-mail: veche@mail.sitek.net

Налоговая льгота — общероссийский классификатор продукции
ОК-00-93, том 2; 953000 — книги, брошюры
Гигиенический сертификат № 77.ЦС.01.952.П.01757.Т.98 от 07.09.98

Подписано в печать 15.06.2000. Формат 84S108 1/32.
Гарнитура «Таймс». Печать офсетная. Бумага офсетная. Печ. л. 18,5.
Тираж 10 000 экз. Заказ .