

И. М. ЗАБЕЛИН

# ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ СЕГОДНЯ

ПОСОБИЕ ДЛЯ УЧИТЕЛЕЙ

МОСКВА

«ПРОСВЕЩЕНИЕ» 1973

91(07)

3—12

Забелин И. М.

З-12 Физическая география сегодня. Пособие для  
учителей. М., «Просвещение», 1973.

143с.

Автор в популярном изложении знакомит читателей с основными  
теоретическими вопросами физической географии.

Главное внимание уделяется определению и объяснению понятия  
«географическая оболочка Земли», включенного в программы средних  
школ.

З  $\frac{0065-168}{M 103(03)-73}$  117—73

91(07)



Издательство «Просвещение», 1973

## ПРЕДИСЛОВИЕ

На V съезде Географического общества СССР, состоявшемся в декабре 1970 г., в канун XXIV съезда КПСС, было принято обращение к Центральному Комитету КПСС, в котором, в частности, говорится: «На V съезде Географическое общество отметило 125-летие своего непрерывного роста. Много славных имен и работ насчитывает Географическое общество. Его расцвет начался после Великой Октябрьской социалистической революции. В первые же годы после революции Географическое общество провело работы по подготовке материалов для Ленинского плана ГОЭЛРО. С тех пор советские географы активно участвовали в рациональном размещении производительных сил СССР, экономическом районировании страны, изучении природных ресурсов и условий, создали крупнейшие картографические произведения, прежде всего различные атласы, многочисленные серии научных и научно-популярных географических книг и учебников, разрабатывают новые методы исследования, включая использование наблюдений из космоса.

V съезд Географического общества СССР заверяет Центральный Комитет КПСС, что советские географы приложат все свои силы для выполнения основных своих задач, среди которых важнейшими являются: географическое обеспечение нового пятилетнего плана, директивы по которому утвердит XXIV съезд КПСС; дальнейшее комплексное исследование природных ресурсов и условий; меры по выделению природных объектов для их охраны и разработка научных основ охраны природы и такого размещения производства, которое обеспечит лучшее воспроизводство и охрану природных ресурсов; природное и экономическое районирование СССР; разработка долгосрочных географических прогнозов; дальнейшее развитие комплексных картографических произведений; дальнейшая разработка теоретических проблем науки и неустанная борьба с реакционной буржуазной идеологией; создание работ по географии зарубежных стран; дальнейший рост географической культуры советского народа, в частности путем всемерного развития советского краеведения; усовершенствование географического образования» («Известия Всесоюзного Географического общества», вып. 2, 1971, стр. 113).

В Директивах XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971—1975 гг. сказано: **«Усилить охрану природы. Повысить ответственность министерств и ведомств, предприятий, учреждений и организаций за рациональное использование природных ресурсов — земли, вод, атмосферы, полезных ископаемых, а также за воспроизводство растительного и животного мира»**<sup>1</sup>.

В директивах коротко и четко сформулирована большая народнохозяйственная проблема, и, очевидно, что для ее успешного решения немалое значение будет иметь разработка тех узловых географических тем, которые перечислены в обращении V съезда Географического общества к ЦК КПСС. Большие задачи встают перед советскими учеными многих специальностей, географами в первую очередь, в связи с рассмотренными ЦК КПСС и Советом Министров СССР мерами об усилении охраны природы и использованию природных ресурсов.

Разумеется, что программа работ, намеченная V съездом Географического общества СССР, может быть реализована лишь всем коллективом советских географов. Для сколько-нибудь подробного освещения ее потребовался бы, наверное, не один десяток томов и множество авторов.

Обратим, однако, внимание на две последние задачи — повышать географическую культуру советского народа и совершенствовать географическое образование; они поименованы в конце списка, но вполне можно утверждать, что они положены в основу его. На самом деле, для успешного решения грандиозных задач необходима высокая культура всего народа (в данном случае географическая культура), а основы любой культуры закладываются в школе.

Географические книги, рассказывающие о путешествиях или далеких странах, издавна пользуются популярностью у читателей, но физическая география становится наукой все более теоретической, и поэтому в широкое понятие «географическая культура» должно быть включено и знание основ теории этой науки. В школьные курсы физической географии уже введены элементы современной теории, в частности, представление о географической оболочке.

В этой связи ознакомление как можно более широкого круга педагогов и вообще людей, интересующихся физической географией, с теоретическими основами этой науки представляется задачей актуальной. В предлагаемой вниманию читателей книге и преследуются эти цели. В небольшой популярной книге автор, естественно, не мог охватить всех проблем физической географии и останавливается лишь на тех, которые представляются ему наиболее важными и интересными.

<sup>1</sup> «Материалы XXIV съезда КПСС». М., Политиздат, 1971, стр. 268.



Я не стремился в этой своей работе развивать и утверждать спорные концепции, которыми изобилует теория физической географии.

В ней отобраны наиболее выверенные теоретические представления в области физической географии и некоторых смежных наук,—им в книге уделено преимущественное внимание. Это рассказ о теоретических проблемах физической географии и о тех главнейших теоретических понятиях, которые введены в программы средней школы.

Следует, впрочем, иметь в виду, что положение в теории физической географии в настоящее время таково, что избежать дискуссионности при рассказе о тех или иных проблемах практически невозможно. Поэтому в некоторых случаях приводятся разные точки зрения и дается комментарий к ним.

Я выражаю искреннюю признательность заслуженному деятелю науки РСФСР, доктору географических наук, профессору Г. Д. Рихтеру, заслуженному деятелю науки РСФСР, доктору географических наук, профессору Воронежского университета Ф. Н. Милькову, кандидату географических наук, доценту Калининградского университета Ф. П. Охапкину и учительнице московской школы Т. Я. Маркман, которые взяли на себя труд просмотреть рукопись и сделали ряд ценных замечаний.

Москва, 1972.

# **ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ ГЕОГРАФИИ КАК НАУКИ И ПРЕДМЕТ ФИЗИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ**

## **ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ**

**И**стория географии обычно представляется в виде обширной систематизированной сводки сведений о путешествиях и открытиях, совершенных в различное время, и о некоторых географических (иной раз космографических) идеях. Практическая и теоретическая значимость подобного рода сводок бесспорна, но история науки этим все-таки не исчерпывается.

Любая наука как форма общественного сознания проходит более или менее сложный путь развития. Специфические особенности развития конкретных наук зависят от их содержания, от предмета исследования; развитие их теснейшим образом связано с практическими запросами различных эпох, которые не остаются постоянными. К познанию одного и того же предмета исследования в разное время предъявляются разные требования, на первый план выдвигаются разные задачи, и это во многом определяет процесс развития науки. В ходе общественно-исторической практики то одни науки приобретают большее значение, то другие (сравните общественное значение астрономии в эпоху Возрождения и после нее, значение физики в XIX и XX вв.). Случается и так, что закономерности развития той или иной науки не совпадают с требованиями сегодняшнего дня, и тогда наука начинает отставать от практики.

Закономерности развития наук объективны, они не зависят от воли и сознания отдельных ученых. Познание этих закономерностей не только помогает разобраться в очень подчас сложном прошлом науки, но и дает единственно верный критерий для оценки современного положения в ней и позволяет наметить пути дальнейшего развития.

Сферой деятельности географов всех времен и народов была поверхность земного шара с приуроченными к ней явлениями природы и хозяйства. Однако подход к изучению этого объекта, задачи изучения, представления о нем существенно изменялись.

## **У ИСТОКОВ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ НАУКИ**

Возникновению географии как более или менее определенной системы знаний предшествовал длительный процесс общей

эволюции человеческого мышления. Истоки географической науки отчетливо прослеживаются в сфере первобытного мышления; способность мыслить пространственно, «географически», связанная с необходимостью ориентирования на местности, относится к числу основных способностей мозга и была всегда присуща человеку. Необходимость осмыслить себя в пространстве появилась у человека значительно раньше, чем необходимость осмыслить себя во времени. Это объясняется, во-первых, непосредственными житейскими потребностями, во-вторых, тем, что человек всегда ощущал себя в соотношении с окружающими предметами. Кроме того, выработать пространственные представления было проще: в примитивной форме они доступны непосредственно чувственному восприятию, а временные отношения нуждаются в более сложных и опосредствованных соотношениях. Это нашло свое отражение в истории языка. Предлоги, выражавшие пространственные отношения, всегда появлялись раньше, а затем в процессе развития мышления они же приобретали временное значение. Лингвисты отмечают, что в русском языке нет, например, ни одного временного предлога, который по своему происхождению не был бы пространственным, и это закон для всех языков, знающих предлоги и послеслоги. Почти все первобытные языки настолько же бедны средствами для выражения временных отношений, насколько они богаты в выражении пространственных отношений. Изучение словарного состава «Илиады» и «Одиссеи» показало, что в этих памятниках древнегреческой культуры имеется большое количество слов для обозначения пространственных отношений и формы и лишь незначительное для временных отношений.

Исторический процесс формирования пространственных, «географических», представлений протекал в неразрывной связи с выработкой измерительных, «геометрических», навыков и с формированием категории пространства в философском смысле. Строго говоря, в донаучный период мышления этот процесс протекал как единый, и выделять разные стороны его можно лишь потому, что известно, к каким результатам пришло в конечном итоге человечество. Сочетание пространственных восприятий с измерениями, первоначальная зависимость последних от органов чувств — все это оставило достаточно заметный след в языке. Так, бытующее в некоторых русских диалектах слово «окоём» (как синоним горизонта) обозначает видимое простым глазом пространство, являясь в одно и то же время и «территориальной», и «измерительной» единицей. Это же можно сказать про слово «уезд» (то, что можно объехать). В финском языке слово «пенинкуулума» первоначально обозначало расстояние, на котором еще можно услышать лай собаки, но затем превратилось в единицу измерения (ныне 10 км). В мордовском языке мера длины, равная русской версте, называется «вайгаль-

пе», что в буквальном переводе означает «конец голоса». В русских актах по межевым делам границы определялись «коровьим рыком и птичьим полетом». У эвенков «бука» — расстояние, на котором уже нельзя видеть рогов оленя.

Пространство первоначально было для людей всегда чем-то чувственно-конкретным: либо лесом, либо степью, либо озером. К пониманию пространства как чего-то общего (а в дальнейшем как всеобщей формы существования материи) люди шли, условно говоря, географическим путем. Лишь очень постепенно они научились обнаруживать у таких различных «пространств», как лес и степь, нечто общее — их протяженность, трехмерность, т. е. обнаруживать отвлеченные, независимые от качества свойства. Первая дифференциация человеческих знаний и началась с отвлечений, с попыток отделить форму от содержания. У современных папуасов нет понятия о расстоянии вообще и о форме вообще. Не было их и у всех остальных первобытных народов. Люди измеряли расстояния, придавали крышам жилищ конусообразную или иную форму, делали четырехугольные топоры, не отделяя форму предметов от их качества, от их практического назначения. Но по мере расширения трудовой деятельности человеческих коллективов появилась необходимость в отвлечении формы от содержания. Так превратились в единицы измерения «пядь», «локоть», «шаг», «пенингуулама». В русском языке «простор» первоначально обозначал ничем не занятое место, расстояние между предметами, а затем возникло понятие «пространство» (через «просторанство»), которое и до сих пор имеет два значения — пространство между предметами и пространство вообще.

Таким образом, вновь употребляя это выражение условно, можно сказать, что познания человека на ранних этапах развития мышления ограничивались «географией» (не считая бытовых и трудовых моментов). Затем, по мере возрастания способности к абстрактному мышлению, выделилась «геометрия», область знаний, имеющая дело с отвлеченными формами, и возникли кое-какие представления философского плана. В это же время, но не в прямой связи с отвлеченным процессом, стали складываться временные, исторические понятия. Тенденции эти получили свое завершение в эпоху классической древности, когда были заложены основы многих современных крупных отраслей знаний. В «Началах» Евклида геометрия предстает перед нами уже в чисто математической, отвлеченной от качества предметов форме. В философии складываются представления о бесконечной вселенной, о конкретном и бесконечном пространстве и даже о связи пространства со временем.

Следовательно, процесс дифференциации пространственных представлений в эпоху классической древности привел к выделению трех областей знания; геометры занимались измерениями

пространства и форм в отвлеченном виде, философы рассуждали о пространствах как о логических категориях, а географы исследовали конкретные пространства, окружающие земли и страны... В основе развития мышления лежит трудовая, производственная деятельность человеческих коллективов; она в конечном итоге определяет развитие (и возникновение новых) наук, особенности процесса познания мира в ту или иную эпоху. Что касается географии, то она стала складываться в особую отрасль знания, когда люди вышли за пределы своих вотчин и заинтересовались соседними районами, когда они начали накапливать сведения о них, сопоставлять особенности природы, хозяйства, населения. Интерес этот обуславливался развитием экономических и политических отношений между народами, т. е. корни географии уходили глубоко в практику.

## ОПИСАТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД В ИСТОРИИ ГЕОГРАФИИ

### *(этап накопления материала)*

Даже при общем взгляде на историю географии становится ясна одна из основных особенностей ее развития — в географии почти на пять тысяч лет оказался растянутым период накопления материала. География не могла превратиться в подлинную науку (в современном смысле слова), не могла перейти к теоретическим обобщениям до тех пор, пока хотя бы в общих чертах не была описана поверхность материков, а также океаны; ведь наука — это прежде всего систематизированное знание, а систематизировать можно лишь тогда, когда материал собран. Но процесс накопления материала в географии в очень большой степени зависел от уровня развития производительных сил, от экономических запросов каждой эпохи и ее технических возможностей.

Можно перечислить значительное количество экспедиций, совершенных в древности, но невысокий уровень развития техники, а главное — отсутствие широких экономических запросов препятствовали познанию мира и порой сводили на нет удивительные по смелости достижения. Так, проблема пути вокруг Африки, на поиски которого португальцы в XV в. потратили почти столетие, была решена еще финикийцами при фараоне Нехо (около 600 г. до н. э.), но не дала никакого экономического эффекта и была забыта... Положение мало изменилось в эпоху средневековья. Преобладание натурального хозяйства при феодально-крепостническом строе, низкий уровень техники в раннее средневековье — все это не могло служить стимулом к расширению знаний об окружающем мире. Известно, что в X в. скандинавские викинги открыли Гренландию и Северную Америку, но эти открытия забылись.

Однако медленный, но неуклонный рост техники, развитие торговли, постепенное накопление капитала обусловили резкое расширение экономических запросов к концу средних веков, что привело к Великим географическим открытиям в эпоху Возрождения. А сами географические открытия послужили мощным толчком для развития молодого капитализма. Эпоха Возрождения в географии — это эпоха небывалых по масштабу и смелости путешествий; эпоха бесстрашной борьбы с религиозными предрассудками, косностью, ложными авторитетами. Нелегко сейчас решить, что было более дерзким — выход маленькой флотилии Магеллана в неведомый Тихий океан или убежденность ее адмирала в шарообразности Земли. Великие географические открытия раздвинули границы мира до предела, но потребовалось еще несколько веков, чтобы описать открытые материки и океаны. Этот необычайно трудный, требующий огромного личного героизма и энергии процесс познания мира в пространстве, процесс, которого не знала ни одна наука, кроме географии, продолжался до конца XIX — начала XX в., когда было завершено в общих чертах описание Земли.

На протяжении этого гигантского периода география играла вполне определенную практическую роль. Географы, посещая далекие страны, привозили на родину сведения о природе, государственном устройстве, хозяйстве, товарах, быте этих стран и тем самым способствовали расширению экономических связей между народами. От географов требовали подробных описаний, и они давали их. География в то время была описательной наукой и не могла быть иной в силу исторических причин.

Первая сознательная и серьезная попытка переосмыслить задачи географии, теоретически обобщить накопленный путешественниками материал была предпринята еще в XVII в. географом Варениусом<sup>1</sup>, который, отказавшись от представлений о географии как о науке описательной, пытался свести в единую систему все знания, накопленные о Земле (подробнее об этом см. ниже). Однако мысли Варениуса, намного опередившие свое время, не оказали сколько-нибудь заметного влияния на географию: в тот период она еще не могла перейти к анализу и синтезу.

Не следует, однако, полагать, что характер географических описаний не подвергался никаким изменениям: в разные времена разные объекты привлекали к себе преимущественное внима-

---

<sup>1</sup> Варениус, Бернхард (1622—1650) — голландский ученый, автор «Всеобщей географии». Книга вышла в свет в Амстердаме в год смерти ученого, а затем дважды переиздавалась в Англии под редакцией Исаака Ньютона. Переведена на несколько языков. В России вышла при Петре I под названием «География генеральная, небесный и земноводный круги купно с их свойства и действы в трех книгах описующая» 1718.

ние географов, а общий прогресс знаний приводил к включению в географические описания все новых и новых явлений: например, описания климата стали обогащаться количественными характеристиками, сведениями об осадках, температурах, давлении и т. п. Но чем больше новых разнообразных материалов включалось в географические описания, тем насущней становилась необходимость систематизировать их по качественным признакам, выявлять связи между ними, необходимость объяснить, а не только описывать.

Новые задачи во всем объеме встали перед географией во второй половине XIX в., когда описание земного шара в основном было закончено и в науке скопился гигантский материал. Географам предстояло теоретически обобщить его, а географии — превратиться в объяснительную, теоретическую науку.

## ГЕОГРАФИЯ И КАРТОГРАФИЯ

Специфические особенности географии, изучающей «конкретные пространства», обусловили своеобразные приемы фиксации накопленных знаний: их можно запомнить, записать, но можно и зарисовать.

Любопытно, например, что в «Одиссее» имеется немало географических описаний, переданных в поэтической форме. Произведения Гомера — плод устного творчества. Но не являлись ли в таком случае стихи (до возникновения письменности) наиболее удобной для запоминания формой фиксации и передачи географических сведений?.. Что это именно так, свидетельствует Юлий Цезарь в записках о Галльской войне. Он пишет, что жрецы-друиды у галлов обязаны были учиться в течение двадцати лет, заучивать наизусть в стихах всю сумму сведений по географии, астрономии, богословию, а затем передавать свои знания ученикам<sup>1</sup>.

В конкретных же случаях, когда нужно было объяснить дорогу к незнакомой местности, люди прибегали к помощи зарисовок, создавали первые примитивные карты.

Развитие письменности избавило от необходимости заучивать «географические» стихи и позволило путешественникам создавать описания в прямом смысле, описывать то, что они видели.

---

<sup>1</sup> В описании своего кругосветного путешествия 1815—1818 гг. О. Е. Коцебу сообщает следующий любопытный факт. Жители Каролинских островов имели постоянные торговые связи с обитателями острова Гуам, расположенного в 300 милях от них. После захвата острова европейцами каролинцы перестали торговать с Гуамом и вновь посетили его много лет спустя. Вице-губернатор острова поинтересовался, как они нашли дорогу, и каролинцы ответили ему, что описание пути сохранялось в песнях (См.: О. Е. Коцебу Путешествия вокруг света. М., 1948, стр. 229).

В истории человеческого общества рисунок предшествовал букве. Но по мере развития общества рисуночное, пиктографическое письмо оказалось неспособным передавать все накопленные человечеством знания, и пиктография сменилась буквенным письмом.

Однако при пространственном изображении Земли буквенное письмо уступало по наглядности и точности рисуночному. Именно поэтому рисуночное письмо, разумеется в сильно измененном виде, нашло себе особое применение в географии, а зарисовки местности постепенно превратились в географические карты. С древнейших времен и до наших дней карта была и остается приемом, методом записи сведений о Земле в целом и ее частях. Это в равной мере относится и к картографическим рисункам первобытного человека, и к ирригационным схемам вавилонян, и к картам древних греков, изображавшим весь мир, и к современным картам. Конечно, сравнивать первобытный рисунок местности с современной сложной картой — это все равно, что сравнивать выдолбленный из дерева челнок с океанским лайнером; но как челнок и лайнер средства передвижения по воде, так и рисунок местности и карта способы фиксации сведений о странах и Земле.

Первая карта в полном смысле слова (а не рисунок местности) была создана Эратосфеном<sup>1</sup>, который нанес на рисунок меридианы и параллели. Поворотный момент в истории картографии приходится на XVI в., он был обусловлен накоплением огромного материала в эпоху Великих географических открытий и возросшими требованиями к точности изображения местности. С этого времени и начинается настойчивая разработка методов создания карт. Появляются методы триангуляции и барометрической съемки, создаются новые проекции, совершенствуется система условных обозначений и т. п. Все шире используется карта и мореплавателями, и торговцами, и полководцами, и государственными деятелями.

Карте становится тесно в рамках географии, и назревает необходимость в выделении особой дисциплины, которая взяла бы на себя дальнейшую разработку картографического метода. Такой дисциплиной и стала картография, выделившаяся в XVI—XVII вв. в самостоятельную методическую (разрабатывающую методы) дисциплину.

Следовательно, до эпохи Великих географических открытий картография как самостоятельная дисциплина не существовала

---

<sup>1</sup> Эратосфен Киренский (около 276—194 гг. до н. э.) — древнегреческий ученый, работал в Египте, в Александрии; занимался географией, астрономией, математикой, философией. Ввел в употребление термин «география». Впервые измерил дугу меридиана и очень точно определил окружность Земли. Ввел в картографии понятие «широта» и «долгота». На карте Эратосфена были изображены все известные в то время страны.



и созданием карт занимались географы. Позднее картография отделилась от географии и стала обслуживать различные науки и удовлетворять самые широкие практические запросы.

## ГЕОГРАФИЯ И СМЕЖНЫЕ НАУКИ

Одна из важных закономерностей развития географии выясняется при рассмотрении ее взаимоотношений с такими смежными науками, как биология, геология, физика, статистика, история и т. п. Многие из этих наук и их отрасли развивались в теснейшем контакте с географией, а некоторые из них входили в нее в качестве составных частей. Длительное время географы-путешественники, описывая страны, «работали» и на ботанику, зоологию, геологию, физику (земной магнетизм), статистику, историю. После эпохи Великих географических открытий в науке во всем объеме встала задача разобраться в новом огромном материале, систематизировать его, разграничить по качественным признакам; в этот период намечается дальнейшая дифференциация знаний и начинается постепенный отход ряда наук от географии. В конечном итоге формально получилось так, что бурно развившиеся частные науки как бы «лишили» географию ее собственного объекта исследования.

География как наука вступила в полосу кризиса.

Период кризиса в истории географии, связанный с поисками новых путей ее развития, протекал сложно и трудно. География не была одинока в своей беде. Как известно, огромные достижения естественных наук к концу XIX — началу XX в. поставили в тупик и буржуазных философов, и самих естествоиспытателей, не вооруженных правильной методологией. Этот период характеризуется проникновением в естественные науки идеализма, выводами об «исчезновении материи», развитием агностицизма. Для географии того времени характерен крайний разрыв в определении ее содержания. Географию определяли и как науку о земном шаре в целом, и как науку о земной поверхности, и как «факультет наук», и вообще отрицали ее существование как самостоятельной науки. Но главное заключалось не в этом. Анализируя кризис в физике, протекавшей в это же время, В. И. Ленин отмечал, что он отличался резким уклоном в сторону реакционной философии, и писал, что это «болезнь роста», вызванная больше всего **крутой ломкой** старых установившихся понятий (выделено Лениным.— И. З.). Аналогичные явления наблюдались и в географии.

В этой связи приходится в первую очередь вспомнить о «пространственной» хронологической концепции. Связанная она главным образом с именем А. Геттнера<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Геттнер, Альфред (1859—1941) — немецкий географ. Путешествовал по Южной Америке, Египту, Алжиру, Тунису, по Южной и Восточной Азии.

Геттнер делил все науки на систематические (ботаника, зоология), исторические (история, историческая геология) и хорологические (астрономия, география). Первые изучают предметы с точки зрения их родства, вторые — развития во времени, третьи — размещения в пространстве. Геттнер полагал, что география должна изучать, чем и как заполнено пространство, почти не уделяя внимания сущности явлений, их развитию, т. е. по сути своей должна быть наукой описательной.

Взгляды Геттнера оказались в противоречии с уровнем знаний конца XIX — начала XX в. Поэтому и система наук Геттнера в целом, его хорологическая концепция в географии расцениваются как реакционные.

Но хорологическая концепция не была единственной попыткой найти выход из кризиса. Примерно в то же время, с конца XIX в., среди географов возрастает интерес к различным социологическим теориям, объясняющим развитие человеческого общества природными факторами. География в этих случаях практически сводилась к антропогеографии, а физико-географический материал играл служебную роль и привлекался для объяснения тех или иных явлений из области антропогеографии. Это направление получило название «географический детерминизм» или «вульгарный географизм» (последнее — в применении к современному буржуазным ученым).

Географический детерминизм, в отличие от хорологической концепции, — это попытка найти выход из кризиса в географии путем постановки новых проблем, попытка вывести географию из описательной стадии, сохранив ее единство. Однако эта попытка оказалась попыткой с негодными средствами, ибо опиралась не на передовую методологию, а на теории, уже устаревшие, хотя и сыгравшие ранее прогрессивную роль.

## СТАНОВЛЕНИЕ НАУЧНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ

Становление научной физической географии, т. е. географии обобщающей, теоретически осмысливающей и анализирующей материал, неразрывно связано с проникновением в естествознание идеи о всеобщей связи явлений природы, а также о необходимости изучать эти связи. Иначе говоря, становление научной географии неразрывно связано с внедрением в естествознание диалектического метода.

---

Занимался страноведением, антропогеографией, геоморфологией, климатологией, историей науки. Работы его содержат множество ценных географических сведений и наблюдений, им высказано немало правильных частных соображений по теории географии, но основная его концепция, о которой и говорится в книге, не разделяется советскими географами. Важнейший теоретический труд А. Геттнера «География, ее история, сущность и методы» переведен на русский язык в 1930 г. Предисловие написано Н. Н. Баранским.

Во второй половине XIX в. в общих чертах была осознана мысль о необходимости перейти в географии от описаний, накопления материала к его изучению. Своеобразные диалектические взаимоотношения географии с другими естественными науками привели к тому, что эти науки, сначала «разобравшие» предмет географии, в дальнейшем помогли физической географии оформиться в теоретическую дисциплину. Физическая география имеет дело со сложным комплексом явлений, каждое из которых изучается конкретной естественной наукой; но без достижений этих наук не смогло бы сложиться и учение о комплексе этих явлений, т. е. современная физическая география.

Возникновение стихийного диалектико-материалистического направления в географии подготавливалось трудами сотен естествоиспытателей и путешественников всех стран. Но выделение его в особое направление, выведшее географию из полосы кризиса и наметившее дальнейшие пути ее развития, связано прежде всего с именем А. Гумбольдта<sup>1</sup>.

А. Гумбольдт писал, что его главным побуждением в научной работе «всегда было стремление объять явления внешнего мира в их общей связи, природу как целое, движимое и оживляемое внутренними силами». Ему же принадлежат слова: «...созерцание телесных предметов в виде единого, внутренними силамидвигающегося и оживляемого целого, как отдельная наука имеет совершенно самобытный характер» (1862, стр. 43).

Как видно, Гумбольдт предвидел возможность возникновения науки, изучающей природные явления в виде единого взаимосвязанного целого; конечную цель своего физического мирописания он определял как «...познание единства во множестве, исследование общих законов и внутренней связи теллурических явлений» (там же, стр. 46). Эти высказывания Гумбольдта характеризуют его как самого дальновидного географа своего времени. Но среди современников Гумбольдта эти идеи широкого признания не получили, а позднее на первый план выдвинулась хронологическая концепция. Кроме того, задачи физического мирописания, точнее, предмет этой отрасли знания, толковались Гумбольдтом очень широко и далеко выходили за рамки физической географии.

---

<sup>1</sup> Гумбольдт, Александр (1769—1859) — немецкий естествоиспытатель, один из основоположников физической географии как науки. Совершил длительное путешествие в Южную и Центральную Америку, которое современники называли «вторым открытием Америки». Путешествовал по России, был на Урале, на Рудном Алтае, на Каспийском море. Оставил огромное количество трудов, посвященных самым различным областям науки. Вещном его творчества явилась пятитомная монография «Космос», в которой дана сводка знаний того времени о Земле и вселенной. «Космос» был переведен на русский и другие европейские языки. На русский язык переведены также книга Гумбольдта «Картины природы» и описания его путешествий. Приведенные в тексте цитаты взяты из «Космоса».

Идеи эти в более точной и конкретной форме вновь появились в конце XIX в. в трудах В. В. Докучаева<sup>1</sup>, который высказал ныне широко известное положение о необходимости науки, изучающей соотношения, взаимодействия между компонентами природы у земной поверхности, законы, управляющие их изменением. Докучаев пропагандировал науку, изучающую все явления по взаимосвязи, науку комплексную, со своим предметом, объективно существующим в мире. Развитие естествознания в дальнейшем протекало так, что этой провозглашенной Докучаевым наукой стала физическая география.

**Основные закономерности развития географии как науки.** Изложенные выше материалы позволяют сформулировать основные закономерности развития географии как науки.

Первая из них заключается в том, что в географии на протяжении почти пяти тысяч лет в основном продолжался период накопления, сбора материала; география оставалась описательной наукой до тех пор, пока в общих чертах не были обследованы все океаны и материки (это не исключало отдельных выводов и обобщений); затем она перешла к изучению, к анализу и синтезу собранного материала.

Вторая закономерность заключается в том, что картографический метод фиксирования материала постепенно приобрел самостоятельное значение, оформился в особую методическую дисциплину, выделившуюся из географии.

Третья закономерность развития географии заключается в своеобразных взаимосвязях с другими, смежными науками. Географы-путешественники «работали» не только на свою науку, но и на такие науки, как ботаника, зоология, геология, этнография, статистика, экономика, собирая для них фактический материал. В известном смысле география «породила» эти науки, но зато впоследствии они «поставили географию на ноги», помогли ей приступить к изучению сложных природных (физическая география) и общественных (экономическая география) явлений.

## **ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ**

Следует уточнить, к чему привели закономерности развития географии в области физической географии.

Коротко говоря, они привели к открытию предмета исследования физической географии, но тут необходимо небольшое пояснение.

---

<sup>1</sup> Докучаев, Василий Васильевич (1846—1903) — русский почвовед, геолог и физико-географ. Вел комплексные исследования в Европейской части России, а также на Кавказе и в Бессарабии. Основоположник научного почвоведения, создал учение о географической зональности. Основные труды: «Русский чернозем» (1883), «Наши степи прежде и теперь» (1892).

Современная методология науки четко различает понятия «объект» исследования и «предмет» исследования. Начнем с примера. Так, в общих чертах справедливо, что объектом исследования физики всегда были свойства материи, но предметами исследования на разных этапах развития науки становились и макротела, и микротела, и силовые поля, и ядерные процессы; изменение предмета исследования или появление нового предмета исследования неразрывно связано в истории науки с открытиями: в нашем примере — структуры атома, например, элементарных частиц, радиоактивности и т. п. Но легко заметить, что свойства материи, как объект исследования, вовсе не являются вотчиной одной физики — они исследуются и химией, и биологией, да и прочими естественными науками. Иное дело — предмет исследования. Биология, скажем, не будет претендовать на исследование взаимодействия силовых полей или ядерных процессов. Таким образом, объект исследования — понятие более общее, широкое, чем предмет исследования; различные части или свойства объекта становятся предметами исследования, причем, как правило, разных наук.

Объектом исследования географии, физической географии в том числе, всегда была и остается поверхность нашей планеты. Как и в первом примере, этот объект исследования и исследуется целым сонмом естественных и общественных наук, объект этот никогда целиком не принадлежал географии. Но география находила в этом объекте свои предметы исследования. Ими были страны, народы, материки, океаны, горные системы, реки, леса, озера. Эти предметы исследования не исчезли в современной географии, хотя существенно изменились цели и методы исследования.

Однако среди перечисленных «предметов», как видно, нет предмета исследования, «подходящего» для физической географии в целом, для общего землеведения (именно исследования — общие описания земного шара неоднократно составлялись и в прошлом).

«Свой» предмет исследования появился у физической географии лишь после того, как ученые установили, что поверхность Земли — это не просто пространство, заполненное различными природными телами, а зона сложнейшего взаимодействия горных пород, атмосферы, воды, животного и растительного мира, иначе говоря, особая оболочка нашей планеты, обладающая целостностью и своеобразием. Она и получила название географическая оболочка. Сразу же подчеркнем, что как объект географическая оболочка может изучаться и изучается целым рядом наук земного цикла, — они исследуют отдельные ее свойства, отдельные компоненты. Но географическая оболочка в целом, как комплексное явление природы, является предметом исследования физической географии.

Открытию географической оболочки способствовали усилия множества натуралистов и путешественников. Установить наличие этого своеобразного явления удалось лишь после того, как наука накопила огромное количество фактов о природе земной поверхности.

Догадки о качественном отличии поверхностных слоев Земли от глубинных ее частей высказывались давно. Так, еще в 1600 г. английский физик и врач Уильям Гильберт (1540—1603) в книге «О магните, магнитных телах и великом магните Земли» разделил Землю на две неравные части: кору, или скорлупу, Земли, к которой приурочена жизнь и в пределах которой происходит непрерывное возникновение и уничтожение, и магнит, образующий основное твердое ядро.

Уже упоминавшийся голландский географ Б. Варениус полагал, что география изучает «земноводный шар», т. е. ту часть планеты, где грунт, земля непосредственно соприкасается с водой. Варениус знал, что «земноводный шар» имеет нижнюю границу. В качестве его составных частей он выделил: а) «землю», в которую наряду с грунтом, минералом включал растения и животных; б) воду, в том числе подземную, и в) атмосферу. Варениус знал, что все эти три части находятся в состоянии взаимопроникновения, но о их взаимодействии, взаимовлиянии (в широком философском смысле) не писал.

После Варениуса, однако, едва наметившееся учение о географической оболочке на протяжении по меньшей мере двух столетий никем не развивалось. Новый этап связан с именем А. Гумбольдта.

В представлении Гумбольдта весь мир — взаимосвязанная и взаимодействующая система, и земной шар, конечно же, не являлся для него в этом смысле исключением. Но для нашей темы особенно важно, что Гумбольдт, выделяя вслед за Гильбертом и Варениусом специфическую земную оболочку, как бы «привел ее в движение». Он написал в «Космосе»: «Наша планета имеет две оболочки: одну общую газообразно-упругую, атмосферу, и другую частную, моря... Эти две планетные оболочки, воздух и море, составляют одно целое в природе, от них на земной поверхности зависит все разнообразие климатов, на которое сверх того влияют распределение моря и земли, расчленения и очертания твердой земли, направление и высоты горных краев. Из такого понятия о взаимодействии воздуха, моря и земли следует, что великие метеорологические явления без помощи геогностических («землеведческих». — И. З.) показаний не могут быть поняты. Метеорология, вместе с географией растений и животных, только тогда продвинулась вперед, когда утвердилось убеждение в взаимной зависимости явлений, исследуемых этими науками. Слово климат означает прежде всего, без сомнения, специфическое свойство

атмосферы; но это свойство зависит от непрерывного взаимодействия, моря всюду глубоко бороздимого течениями совершенно разных температур, — и испускающей лучистую теплоту — суши, многообразно расчлененной, поднятой и окрашенной, обнаженной или покрытой лесами и травами» (1862, стр. 252—253).

В 1880-х годах Ф. Ф. Рихтгофен<sup>1</sup>, продолжая то же направление в естествознании, признал, что география должна изучать «поверхность» Земли, причем под «поверхностью» он понимал сушу, море и воздушную оболочку в их взаимодействии. Рихтгофен писал также, что география изучает растительность и животных в их отношении к земной поверхности, а человека — в отношении ко всей остальной природе.

Как уже отмечалось выше, в конце прошлого века В. В. Докучаев высказал мысль о необходимости новой науки, о соотношениях и взаимодействиях между всеми элементами живой и неживой природы.

В дореволюционный период развитию учения о географической оболочке способствовали труды П. И. Броунова<sup>2</sup>. В учебнике «Курс физической географии» в 1910 г. он писал: «Физическая география изучает современный облик Земли, иначе сказать современное устройство наружной земной оболочки, являющейся ареной органической жизни, и те явления, которые в ней происходят... Наружная оболочка Земли состоит из нескольких концентрических сферических оболочек, а именно: твердой, или литосферы, жидкой, или гидросферы, и газообразной, или атмосферы, к которым присоединяется еще и четвертая — биосфера. Все эти оболочки в значительной степени проникают одна в другую и своим взаимодействием обуславливают как наружный облик Земли, так и все явления на Земле. Изучение этого взаимодействия... составляет одну из важнейших задач физической географии, делающую этот предмет вполне самостоятельным и отличающую его от родственных ему предметов геологии, гидрологии и метеорологии». Далее П. И. Броунов подчеркивает, что физическая география изучает «окружающую человека природу» и что физическая география — «это один из основных предметов естествознания, тем более, что он трактует

---

<sup>1</sup> Рихтгофен, Фердинанд (1833—1905) — немецкий географ и геолог. Изучал страны Юго-Восточной Азии, Китай, путешествовал по Северной Америке. Помимо физической географии, занимался геоморфологией, картографией, методологией науки и, в частности, предложил свою классификацию географических карт. Оставил труды по экономической географии и антропогеографии.

<sup>2</sup> Броунов, Петр Иванович (1852—1927) — советский метеоролог, агрометеоролог и физико-географ. Занимался сельскохозяйственным и географическим районированием Европейской части России, синоптической метеорологией, подготовил первый атлас агроклиматических карт. Вел большую научно-организационную работу.

о среде, в которой вращается жизнь человека и других организмов» (стр. 1—2).

Как видим, П. И. Броунов, во-первых, определенно указал, что область взаимодействия четырех сфер — это оболочка, т. е. явление целостное, а, во-вторых, прямо увязал задачи физической географии с изучением этого явления, чего до него с такой четкостью никто сделать не смог.

В 30-х годах XX в. к разработке учения о географической оболочке приступил А. А. Григорьев<sup>1</sup>. В 1932 г. в статье «Предмет и задачи физической географии» он отмечает, что физическая география должна быть наукой о географической оболочке, а в 1937 г. выпустил книгу «Опыт аналитической характеристики состава и строения физико-географической оболочки земного шара», после которой в науке окончательно утвердились современные представления о предмете физической географии.

В дальнейшем большое значение для развития учения о географической оболочке и для практического внедрения этого учения имел учебник «Основы общего землеведения» (1947) С. В. Калесника<sup>2</sup>.

Итак, в самых общих чертах, географическая оболочка — это область взаимопроникновения и взаимодействия литосферы, атмосферы, гидросферы и биосферы; энергетическим источником для большинства процессов, протекающих в географической оболочке, является солнечная радиация.

В заключение необходимо сказать несколько слов о терминологических разногласиях, существующих в физической географии. Дело в том, что существуют и другие, помимо географической оболочки, термины для обозначения предмета исследования физической географии.

В самом этом факте нет ничего удивительного и тем более тревожного: в теории физической географии терминология окончательно еще не установилась, что объясняется относительной молодостью теории. Однако знать о различных названиях предмета науки нужно, потому что они равноправно употребляются в географической литературе.

<sup>1</sup> Григорьев, Андрей Александрович (1883—1968) — советский физико-географ, академик. Исследования вел на Крайнем Севере и в Восточной Сибири. В течение многих лет — директор Института географии АН СССР. Важнейшие работы посвящены характеристике основных типов географической среды, общей теории физической географии, закону географической зональности, истории науки, принципам районирования.

<sup>2</sup> Калесник, Станислав Викентьевич (р. 1901) — советский физико-географ, академик, президент Географического общества СССР. Исследования вел в Средней Азии и Арктике, путешествовал по Южной Америке. Основные труды посвящены проблемам общего землеведения, ландшафтоведения, принципам физико-географического районирования, а также гляциологии.

Автор широко известных учебных пособий для вузов, книг «Горные и ледниковые районы СССР» (1937), «По Бразилии» (1958), «Очерки гляциологии» (1963), «Общие географические закономерности Земли» (1970) и др.



Термин «географическая оболочка» не точен прежде всего своим переводным смыслом — «землеописательная оболочка». Несмотря на то, что он существует уже не одно десятилетие, термин этот не вышел за пределы физической географии: для близких к географии специалистов он явился как бы языковым барьером, и в известном смысле он отгораживает физическую географию от других наук.

Примерно то же самое можно сказать о довольно часто встречающемся в специальной литературе термине «ландшафтная оболочка», предложенным Ю. К. Ефремовым<sup>1</sup> еще в 1950 г. «Ландшафт» означает «вид местности», и что такое ландшафтная оболочка, сразу понять трудно, да и немецкое слово «ланд» означает сушу, а она занимает менее третьей части поверхности земного шара<sup>2</sup>.

В 1958 г. я предложил для предмета физической географии термин «биогеносфера», т. е. сфера возникновения и воспроизводства жизни. Широкого распространения в географической литературе этот термин не получил, но им пользуются философы, социологи и популяризаторы науки.

Последний по времени термин «эпигеосфера» — наружная земная оболочка — предложил А. Г. Исаченко<sup>3</sup>. Он тоже далек от идеала: дело в том, что географическая оболочка не наружная, а внутренняя оболочка земного шара (выше — мощная толща атмосферы).

Итак, можно констатировать, что физико-географы пришли практически к единому пониманию предмета своей науки, но не договорились еще о терминологии.

Следует иметь в виду, что перечисленные выше термины употребляются в географической литературе как синонимы.

---

<sup>1</sup> Ефремов, Юрий Константинович (р. 1913) — советский физико-географ и писатель. Путешествовал по Кавказу, Средней Азии, Дальнему Востоку, по странам Юго-Восточной Азии. Автор большого количества работ по физической географии, геоморфологии, истории и теории географии. Основные произведения: «Курильское ожерелье» (1951, 1962), «Зарубежная Азия» (1956, соавтор), «Остров вечного лета» (1959), «Тропами горного Черноморья» (1963), «Советский Союз. Общий обзор» (1972, соавтор).

<sup>2</sup> На это обстоятельство обратил внимание еще В. И. Вернадский (справку о нем см. ниже), который писал, что термин «ландшафт» — немецкое слово, «принорванное к суше, в буквальном его понимании», а суша, «с общепланетарной точки зрения, отходит на второе место», и океан «резко господствует» над ней. Поэтому для широких планетарных явлений термин «ландшафт», по В. И. Вернадскому, неприемлем (см.: В. И. Вернадский. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М., 1965, стр. 63).

<sup>3</sup> Исаченко, Анатолий Григорьевич (р. 1922) — советский физико-географ, доктор географических наук. Вел исследования в Европейской части СССР, на Крайнем Севере, преподавал в Китае. Основные работы посвящены теории физической географии, ландшафтоведению, картографии. Автор книг «Основные вопросы физической географии» (1953), «Основы ландшафтоведения и физико-географическое районирование» (1965) и др.

## ПРИРОДА ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ

### КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ВСЕЛЕННОЙ

Сведения о вселенной, о Солнечной системе приводятся практически во всех учебниках по общему землеведению или курсах по физической географии. Поэтому ниже будут приведены лишь материалы, так или иначе необходимые для продолжения рассказа о проблемах физической географии.

Современная наука признает, что вселенная не имеет границ ни во времени, ни в пространстве; она вечна и бесконечна. Все наши представления о строении вселенной ограничиваются той ее частью, которая прямо или косвенно доступна изучению. Для вселенной в целом характерна очень неравномерная концентрация вещества: плотные сгустки материи рассеяны на гигантских расстояниях друг от друга, а пространства между ними заполнены чрезвычайно разреженным веществом. Плотные сгустки вещества, образующие различного рода небесные тела, не располагаются, однако, хаотично: в космических гравитационных полях<sup>1</sup> они образуют определенные системы. Системы эти могут быть более простыми и более сложными. Простейшей системой в данном случае будет система «планета — спутник» (Земля — Луна, например), более сложной — солнечная система (звезда — планеты), гораздо сложнее — Галактика, в которую Солнце входит в качестве рядового тела вместе с миллиардами других звезд. Кроме звезд, встречаются внутригалактические туманности и некоторые другие небесные тела.

В 20-х годах XX в. было установлено, что так называемые внегалактические туманности представляют собой звездные системы — галактики. Таким образом наука установила еще одну ступень вселенной — систему галактик, или Метагалактику; определить границы ее пока не удалось.

В пространствах между небесными телами движутся космические лучи, рассеиваются различного рода электромагнитные излучения; имеется и холодная диффузная материя, поглощающая свет. Вся вселенная как бы связана физическими полями.

Естественно, что все во вселенной подвержено изменениям: гибнут одни тела или системы, возникают и развиваются другие. Вечны материя и движение, но не формы их.

---

<sup>1</sup> Гравитационный — основанный на законах тяготения.

## СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА

Центральное небесное тело нашей системы — Солнце. Это газообразное раскаленное тело шарообразной формы. Линейный диаметр Солнца составляет 1 390 000 км, масса равна  $1,985 \cdot 10^{33}$  г, средняя плотность —  $1,41 \text{ г/см}^3$ , температура поверхности более  $5700^\circ\text{C}$ . По всем этим признакам Солнце — рядовая звезда, и астрономы полагают, что именно такие «солнцеподобные» звезды преобладают в Галактике, хотя имеются и звезды, резко отличающиеся по своим физико-химическим свойствам и размерам.

Солнце окружено планетами. Современная наука признает всеобщность процесса планетообразования. Иначе говоря, планеты имелись и имеются у многих звезд в самых различных участках мироздания. Существование темных планетоподобных спутников у некоторых близких к Солнцу звезд уже доказано путем математических расчетов.

Следовательно, изучая Солнечную систему, мы изучаем типичное для космоса явление. Рассмотрим кратко ее особенности, имея в виду прежде всего интересы физической географии.

В солнечную систему входят девять планет: Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун и Плутон. Кроме того, имеются малые планеты, или астероиды, которые обращаются вокруг Солнца в пространстве между Марсом и Юпитером. Известно около двух тысяч астероидов (их еще называют планетоиды), но предполагается, что их в несколько раз больше. Самый крупный планетоид Церера имеет диаметр, равный 768 км; масса его в 7000 раз меньше земной. Кроме того, в Солнечной системе имеются кометы и мелкие метеорные тела.

Все крупные планеты делятся на две группы: земную (Меркурий, Венера, Земля, Марс) и юпитерову (все остальные, за исключением Плутона, о котором мало что известно). Планеты юпитеровой группы по своим природным особенностям резко отличаются от планет земной группы. Все они не твердые, а газообразные, преимущественно водородные тела гигантских размеров (масса Юпитера превосходит массу Земли более чем в 318 раз), имеющие очень низкую (до  $-200^\circ$ ) температуру.

Уже этих кратких сведений достаточно для вывода, что ни планетоиды, ни гигантские планеты юпитеровой группы не могут представить специального интереса для физико-географа. Земля как планета сопоставима лишь с ближайшими к ней планетами земной группы, и именно поэтому на них следует остановиться несколько подробнее.

Все планеты земной группы — это крупные (но не гигантские) твердые тела, состоящие преимущественно из тяжелых элементов. В составе их большое значение имеет кислород (поверхностные слои Земли по весу почти на 50% состоят из него),

а также кальций, кремний. Водород, который является самым распространенным газом во вселенной, среди элементов земной коры занимает лишь восьмое-девятое место.

Ближайшая к Солнцу планета — Меркурий. В среднем он находится на расстоянии всего 57,9 млн. км от Солнца. Полный оборот по орбите планета совершает за 87,97 суток. Истинный диаметр равен 4840 км, или 0,38 диаметра Земли. Масса составляет лишь 0,054 земной, средняя плотность — 5,48.

Венера находится в среднем на расстоянии 108 млн. км от центрального светила. Полный оборот вокруг Солнца она совершает за 224 дня 16 часов 49 минут. Венера не только ближе других планет расположена к Земле, но и более других планет похожа на Землю по многим показателям. Диаметр Венеры составляет по отношению к Земле 0,973, площадь поверхности — 0,95, объем — 0,92, сила тяжести на поверхности равна 0,85 земной, плотность — 0,88, т. е.  $4,46 \text{ г/см}^3$ , масса — 0,81.

Формальные признаки Земли как планеты таковы: среднее расстояние от Солнца — 149,6 млн. км, время обращения — год, средний диаметр — несколько более 12 742 км, площадь поверхности — 510 млн. км<sup>2</sup>, объем —  $1,083 \cdot 10^{12} \text{ км}^3$ , средняя плотность — 5,52.

Луна — естественный спутник Земли — один из самых крупных спутников у планет Солнечной системы. В сущности это небольшая планета, имеющая диаметр 3476 км, т. е. всего в четыре раза меньше земного. Масса Луны в 81,53 раза меньше земной, площадь поверхности Луны сравнима по величине с материком Азии, что составляет четырнадцатую часть всей площади Земли. Средняя плотность Луны равна 0,6 плотности нашей планеты; притяжение на ее поверхности слабее в 6 раз. Среднее расстояние между центрами Земли и Луны равно 384 395 км, т. е. примерно 60 земным радиусам, но может сокращаться до 354 000 км. Луна всегда повернута к Земле одной стороной, но вследствие либрации (как бы покачивания) с Земли видно около 60% поверхности лунного шара. Составить полную карту Луны удалось лишь после полетов космических станций, с которых она была сфотографирована.

Марс в среднем расположен примерно в полтора раза дальше от Солнца, чем Земля (227,8 млн. км). Диаметр его составляет 0,532 диаметра Земли, площадь поверхности — 0,282, объем — 0,150, масса — 0,107. Время обращения вокруг Солнца примерно в два раза продолжительнее. Сила тяжести по сравнению с земной составляет всего 0,38.

Как видно, планеты земной группы, несмотря на определенные различия, вполне сравнимы между собою по ряду количественных показателей.

Учеными предложено большое количество гипотез, объясняющих происхождение Солнечной системы, Земли в частности.

Материалом для построения гипотез служат изучение химического состава Солнца и планет, особенностей их вращения и расположения в пространстве, сравнительное изучение других звезд. Однако создать сколько-нибудь убедительную теорию происхождения Солнечной системы пока никому не удалось, и поэтому не имеет смысла пересказывать здесь еще далекие от совершенства гипотезы.

Отмечу лишь, что почти все гипотезы можно объединить в две группы: 1) гипотезы, признающие, что планеты возникли из раскаленного вещества и сами первоначально были раскаленными шарами, и 2) гипотезы, согласно которым планеты возникли из холодной материи, внутри холодного газо-пылевого облака, окружавшего Солнце. В современной науке считается, что ближе к истине вторая группа гипотез.

Предполагается, что Земля возникла 5—6 млрд. лет назад. Если она первоначально была раскаленной, то надо представить себе сравнительно длительный процесс ее охлаждения и образование на поверхности корки шлака из мертвой перегоревшей породы; этот этап никоим образом не подходит под понятие «развитие». Если же планета образовалась из холодного вещества (что и принимается автором книги), то процессы ее образования и развития практически совпадают по времени. Вторая группа гипотез более соответствует, в частности, представлениями биологов о необходимых сроках для развития жизни на Земле: при «горячем» происхождении планеты времени для той эволюции, которую жизнь проделала на земном шаре, явно не хватает.

## ВОЗНИКНОВЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ

По вопросу о времени возникновения географической оболочки в литературе существуют разные точки зрения.

Согласно первой из них, географическая оболочка есть результат развития планеты, она возникает на определенном этапе ее эволюции.

Согласно второй точке зрения, географическая оболочка автоматически возникает вместе с планетой.

Первая была предложена мной в 1957 г. в книге «Основные проблемы теории физической географии». Вторая высказана С. В. Калесником.

С. В. Калесник пишет: «Своеобразие формирования земной поверхности предоставляет нам на выбор лишь два варианта для определения «даты рождения» ландшафтной оболочки (С. В. Калесник теперь предпочитает пользоваться этим термином.— И. З.). Дело в том, что в связи с быстрым ростом нашей планеты (увеличением размеров) в течение первого полумилли-

арда лет земная поверхность была как бы «временной»: она непрерывно погребалась все новыми и новыми слоями вещества, падавшего на Землю из протопланетного облака. Очевидно, что прекращение роста планеты сделало земную поверхность в известном смысле «установившейся» (т. е. уже не подверженной сколько-нибудь существенному «засыпанию» метеоритным материалом) и придало эволюции этой поверхности другой характер. Стало быть, один вариант свяжет возникновение ландшафтной оболочки с образованием земной поверхности вообще, т. е. отнесет это событие к самым начальным стадиям формирования планеты, а второй вариант приурочит его к образованию «установившейся» земной поверхности, т. е. к прекращению роста планеты. Наиболее безукоризненна первая дата, ибо она позволяет включить в процесс развития ландшафтной оболочки полный спектр его стадий — от самой примитивной до самой сложной»<sup>1</sup>.

По моему мнению, процесс «насыпания» земного шара это не процесс развития географической оболочки, а процесс формирования планеты, ее развития, при котором количественные изменения совершенно определенным образом переходили в качественные и привели в конечном итоге к образованию географической оболочки. Если исходить из первой точки зрения, в которой еще подчеркивается, что физическая поверхность всегда отличается от внутренних частей тела (это не вызывает сомнений), то придется признать, что образования, аналогичные географической оболочке, существуют на всех планетах, астероидах, метеорных телах. Вторая точка зрения признает аналогии географической оболочки гораздо более редким явлением. Но об этом будет рассказано в дальнейшем.

Итак, Земля, формируясь внутри газо-пылевого облака, по космическим масштабам времени быстро увеличивалась в своих размерах. Если мысленно представить ее себе размером, скажем, с крупнейший планетоид Церера то, что ее характеризует? Церера — холодная глыба, лишенная атмосферы; поверхность планетоида обработана космическими и солнечными лучами, вероятно несколько разрушена, но и только. Земля на ранних этапах формирования не обладала даже преимуществом Цереры в плане отличия физической поверхности от внутренних частей: «поверхность выветривания» непрерывно засыпалась, не успевая качественно сформироваться.

В какие-то несколько десятков миллионов лет Земля достигла размеров Луны. Привели ли количественные изменения к каким-либо новым качественным явлениям? Привели, и мы это знаем совершенно определенно. Тела, соразмерные с Церерой, оста-

---

<sup>1</sup> С. В. Калесник. Общие географические закономерности Земли. М., «Мысль», 1970, стр. 184—185.

ются холодными и лишь пассивно отражают воздействия космоса. Тела, соразмерные с Луной, обретают способность саморазогреваться главным образом из-за усилившегося гравитационного сжатия небесного тела и уже активно взаимодействуют с космосом.

На планете Земля, когда она достигла размеров Луны, начался саморазогрев, началась переплавка пород, очевидно, возникли вулканы, горы, начались подвижки планетной коры (все это имело и имеет место на Луне). Планета Земля, развиваясь, совершила качественный скачок. Но главным по-прежнему оставался все-таки ее количественный рост.

Мы можем представить себе земной шар размером с Меркурий. Известно, что Меркурий недостаточно велик, чтобы удерживать вокруг себя газовую оболочку, атмосферу, и в этом он сходен с Луной. Значит, по количественным показателям Меркурий значительно отличается от Луны, но по качественным признакам они вполне могут считаться близнецами.

Следующая по размерам планета солнечной системы — Марс уже имеет атмосферу, хотя и разреженную.

Очевидно, что новый качественный скачок в развитии планеты Земля произошел, когда она достигла примерно размеров Марса, — Земля обрела возможность удерживать вокруг себя атмосферу, и именно тогда, по мнению автора, на ней возникла географическая оболочка.

Первичная атмосфера Земли была смешанного происхождения: во-первых, Земля захватывала газы из поредевшего газопылевого облака, а, во-вторых, газы выделялись непосредственно из тела Земли, планета «дышала», и газы эти не улетучивались, как раньше. Появление атмосферы привело к тому, что часть солнечной радиации, ранее отражавшейся от твердой поверхности Земли и уходившей в мировое пространство, стала задерживаться на Земле на более длительный срок, и это в свою очередь привело к более равномерному суточному и годовому ходу температуры.

А Земля все продолжала увеличиваться в размерах, атмосфера ее становилась все мощнее, усиливался внутренний разогрев планеты (немая роль принадлежала в этом и распаду радиоактивных элементов); все определеннее обособлялась от глубинных частей планетная кора, и все сложнее становились процессы взаимодействия между литосферой, атмосферой и солнечной радиацией.

Дальнейший ход развития географической оболочки привел к еще одному чрезвычайно важному событию — к возникновению воды.

Ныне установлено, что водные соединения входят в состав межзвездной материи, в метеориты (воду даже удавалось выделять в лабораторных условиях), и нет никаких сомнений

в том, что вода была и в составе того первичного вещества, из которого формировалась планета. После образования относительно мощной атмосферы, при сравнительно равномерном ходе температуры на быстро вращающейся Земле (в то время сутки были намного короче, чем теперь), в географической оболочке сложились условия, при которых вода смогла выделиться в качестве особый («жидкий») компонент природы.

Вода образовывалась в атмосфере и вода поступала к поверхности из недр планеты: два «ливня» как бы стремились навстречу друг другу. Впрочем, об атмосферном ливне можно писать, не употребляя кавычек. Дело в том, что в первичной атмосфере содержались углекислый газ и водород, а между ними возможна реакция, ведущая к образованию болотного газа (метана) и водяного пара, а водяной пар, как известно, при определенных условиях имеет свойство сгущаться в облака, оборачиваясь капельками воды, и выпадать в виде дождя на землю.

Но все-таки, очевидно, океаны и моря (основная масса воды) были образованы «ливнем снизу». До сих пор вулканы выбрасывают в атмосферу ежегодно 40—50 млн. т воды, но в те времена главным поставщиком воды были не вулканы, а сами глубинные породы (мантия): высвобождаясь из них, водяные пары вместе с парами и растворами хлора, натрия, брома, серы поднимались к земной поверхности. Многие элементы раствора по пути превращались в минералы, и поверхности планеты достигал раствор преимущественно хлоридно-натриевого или кальциевого состава. Это позволяет, в частности, заключить, что океаны и моря всегда были солеными, хотя состав солей со временем изменялся.

Имея в виду современные пустыни, мы часто говорим: вода — это жизнь. И всем привычна мысль, что жизнь невозможна без воды, да и сами живые организмы «наполнены» водой... К этой любопытной проблеме — в ее совершенно ином ракурсе — еще придется вернуться, а сейчас важно подчеркнуть другое: вода — в точном смысле этих слов — привела в движение всю географическую оболочку, всю ее трансформировала, преобразовала; именно вода в то время была выразителем максимальной изменчивости земной природы.

Выпадая на землю, вода стекала с высоких мест в понижения, скапливалась там, нагревалась лучами солнца и вновь в виде пара возвращалась в атмосферу, чтобы вновь дождем упасть на землю и стечь в океан... Иначе говоря, на планете начался круговорот воды, который продолжает действовать и поныне, играя колоссальную роль в жизни географической оболочки.

В тропических современных пустынях, в Сахаре например, раскаленные за день горные породы при сухом воздухе так быстро охлаждаются после захода солнца, что трескаются с вы-



стрелоподобными звуками. Арабы говорят в таких случаях, что камни «кричат»...

Пока не возникла в географической оболочке вода, камни «кричали» по всей Земле, и на поверхности ее скопилось огромное количество мелких и крупных обломков, перемешанных с метеорным веществом. После образования воды материковые воды, устремляясь в моря и океаны, стали сносить туда обломочный материал, и он осаждался там в прибрежной полосе — так начали возникать осадочные породы, тоже новое в географической оболочке.

Известно замечательное свойство воды — нагревшись, она медленно остывает, гораздо медленнее, чем горные породы. Это означает, что вода обладает способностью накапливать, аккумулялировать солнечное тепло, лишь постепенно отдавая его потом атмосфере. К чему это привело — догадаться нетрудно: с появлением морей и океанов климат на Земле стал теплее, мягче, ровнее.

Но были и другие последствия. Вода всегда соседствует с массивами суши, с материками. Уже только потому, что суша и вода нагреваются по-разному, между ними неизбежен обмен ветрами или, точнее, воздушными массами: всем известны муссоны и бризы, рожденные соседством моря и суши. Естественно, что воздушные массы, сформировавшиеся над океаном, отличаются от воздушных масс, сформировавшихся в глубине материка. В первом случае они будут отличаться большей влажностью и меньшей запыленностью, зимой воздушные массы бывают теплее, а летом холоднее континентальных. Их замещение над одним и тем же районом неизбежно приведет к изменению погоды; как видно, и погода — понятие не вечное, погода тоже производное свойство географической оболочки.

Известно, что прямые лучи греют сильнее, чем скользящие по поверхности, и потому у полюсов холоднее, чем у экватора. Известно также, что ось Земли наклонна по отношению к эклиптике, и этой особенностью нашей планеты (и не только нашей) объясняется смена времен года. Поскольку Земля всегда была шарообразной и нет никаких оснований думать, что некогда ее ось вращения не имела наклона, то, очевидно, всегда были предпосылки для температурных различий с изменением широты местности и всегда были предпосылки для сезонных различий. У полюсов всегда было холоднее, чем у экватора (это, кстати, подтверждается изучением Луны), а вот сезоны стали внешне различными на земном шаре лишь с появлением воды, с ее способностью превращаться в снег, в лед.

При относительно равномерном ходе температуры, что связано с влиянием воды на климат, камни перестали «кричать» по всей Земле, и лишь в пустынях они продолжали растрескиваться при перепадах температуры. Казалось бы, оценить роль

воды в процессе разрушения горных пород нетрудно: она воспрепятствовала этому процессу, замедлила его. В какой-то степени так и было, но уже сейчас важно подчеркнуть, что в таком сложном «механизме», как географическая оболочка, однозначная оценка роли того или иного компонента никогда не бывает правильной, а в этом конкретном случае она увела бы в сторону, диаметрально противоположную истине.

В районах с морским климатом камни действительно перестали растрескиваться, но вода сама выступила как разрушитель горных пород: проникая в трещины горных пород и замерзая там осенью или зимою, вода, как известно, раскалывает горные породы. Кроме того, смывая мелкие частицы, вода сама себе расчищает поле для дальнейшей деятельности, а там, где бурные потоки влекут по дну обломки камней, интенсивность работы воды возрастает еще больше: образуются речные долины, ущелья, теснины. Разрушительную работу выполняет вода и у побережий морей и океанов.

А теперь еще раз вспомним, не смущаясь тривиальностью истины, что жизнь невозможна без воды. Дело в том, что одна чрезвычайно важная роль воды в судьбах географической оболочки обычно упускается из виду. Кислород называют «газом жизни». Из миллионов живых существ на земном шаре лишь ничтожно малая часть их, так называемые анаэробные бактерии, могла и может обходиться без кислорода.

Но откуда же взялся свободный кислород в земной атмосфере?..

Первым поставщиком кислорода в атмосферу была вода. Под воздействием ультрафиолетовой части солнечной радиации молекулы воды, как и молекулы углекислого газа, распадаются и при этом выделяется кислород. Кислород быстро вступал в реакции с минералами земной коры, и в атмосфере его на ранних этапах развития всегда было мало, но все-таки он присутствовал в ней.

Здесь следует сделать небольшое отступление. В процессе своего развития Земля как бы вырабатывала некоторые «защитные свойства». К их числу относится и магнитное поле Земли, способное не пропускать к земной поверхности, отклонять часть космической радиации. Возникновение магнитного поля сейчас связывают с внутренним ядром Земли, появление которого также, очевидно, зависело от увеличения массы планеты. На том этапе развития Земли, о котором идет речь, магнитный экран уже должен был существовать. Но сам по себе магнитный экран еще недостаточно эффективен: в наше время жизнь защищена от опасной коротковолновой радиации еще и озоновым экраном. Озон образуется следующим образом: молекулярный кислород, поглощая коротковолновую радиацию, распадается на атомы. Атомы же кислорода вступают в реакцию с

молекулами кислорода, и в результате образуется озон (Оз), совсем небольшого количества которого достаточно, чтобы совсем обезвредить солнечную радиацию. Следовательно, озоновый экран мог появиться и до возникновения жизни на Земле, а что его действительно требовалось для выполнения защитной роли относительно немного, показывают современные подсчеты: если весь озон, находящийся ныне в атмосфере, собрать и равномерно распределить у поверхности земного шара, то при нормальном давлении воздуха он образует слой толщиной всего лишь в три миллиметра. (Стоит обратить внимание на сложную, противоречивую роль солнечной радиации в жизни планеты: разлагая молекулы воды и углекислого газа и освобождая кислород, солнечная радиация «сама себя обезвредила».)

Итак, вечный круговорот воды, размыв горных пород и перетолжение их обломков, накопление в морях различных солей, а в атмосфере новых газов, усиление защитных способностей планеты... Резко усложнившийся «механизм» географической оболочки, как видно, многократно «прокручиваясь», неутомимо трудился над формированием еще одной — сложнейшей — формы материи: жизни.

Географическая оболочка Земли, по крайней мере в ее приэкваториальных частях, была похожа в ту пору на гигантскую оранжерею: разрыхленный грунт, влага, тепло, свет, воздух — все было там, и, казалось, сама природа ждала, когда кто-нибудь бросит в столь благоприятные условия семена жизни... Некоторые ученые так и считали, что жизнь залетела к нам из космических пространств и, попав в оранжерейные условия, захватила планету. Сейчас мало кто придерживается подобных взглядов, и они действительно несостоятельны по многим причинам; Земля самостоятельно подготовила условия для возникновения жизни.

Проблема возникновения жизни на Земле — огромная и очень сложная, которой посвящена необозримая литература. И все-таки при всей самостоятельности и сложности этой проблемы она является частью другой, еще более сложной и обширной проблемы — возникновения и развития на поверхности Земли географической оболочки (как видно — точнее «биогеосферы»). Как показано, возникновению жизни на Земле предшествовала длительная и далеко не простая эволюция материи. Именно поэтому проблему возникновения жизни на Земле следует рассматривать как биолого-географическую, а не чисто биологическую или биохимическую.

О месте возникновения жизни существуют различные точки зрения. Некоторые ученые отдают предпочтение суше, но большинство склоняется к тому, что жизнь появилась в море. Правы, скорее всего, последние — именно в сравнительно мелководных и теплых первичных морях сложились благоприятные усло-

вия для образования различных органических соединений. Вообще же, чем сложнее и многообразнее взаимодействия компонентов природы, тем больше результатов можно ожидать от них. Наиболее сложными участками географической оболочки были побережья морей и океанов, где активнейшим образом взаимодействовали все имевшиеся тогда компоненты: горные породы, солнечная радиация, вода, атмосфера, насыщавшая воду газами, в том числе кислородом; там наивысшего напряжения достигал процесс стока, там скапливались сносимые водами суши разрыхленные горные породы, а химический состав веществ отличался наибольшим разнообразием.

На побережьях морей и океанов, в мелких теплых лагунах приэкваториальной полосы с постоянной среднемесячной температурой, но с некоторыми ее суточными колебаниями, и возникла наиболее высокоорганизованная форма материи — жизнь. Так, при участии солнечной радиации протекали сложные реакции между углеродистыми соединениями и водой, причем этому способствовали содержащиеся в воде катализаторы — соли железа, кальция, ускорявшие процесс создания высокомолекулярных соединений углерода. Этот процесс в конце концов привел к возникновению очень сложных белковых молекул.

Белковые же молекулы обладают свойством соединяться, образовывать комочки-капли: если искусственно смешать коллоидные растворы различных белков, то очень скоро обнаружится, что они «сбегаются», объединяются в крохотные комплексы, причем в остальном растворе белков почти не остается. Процесс образования белковых капелек называется коацервацией, а сами капельки — коацерватами. Бесчисленное количество коацерватных капелек возникало и бесследно исчезало в теплых соленых водах лагун, но постепенно их структура усложнялась, они обрели относительную устойчивость и способность делиться, размножаться; в дальнейшем они оформились в клетку и превратились в живые существа, во многом напоминающие бактерий.

Географический подход к проблеме возникновения жизни может иметь и такой поворот: в одном конкретном месте или сразу в нескольких местах появилась жизнь? Иначе говоря, одноочаговым или многоочаговым был процесс возникновения жизни?

Более вероятным представляется полицентрическое возникновение жизни, многоочаговость процесса как в пространстве, так и во времени — с конкуренцией отдельных очагов, даже гибелью некоторых из них в борьбе за существование. В полицентрической гипотезе утверждается географическая аксиома: при любой комбинации природных условий на планете определенное сходство их наблюдается в пределах широтных поясов, в закономерном расположении, но различных районах земного шара, что относится и к условиям, благоприятным для возникновения

жизни. Кроме того, следует иметь в виду, что жизнь — это не производное какой-то отдельной территории, а результат развития всей географической оболочки (биогеносферы), и, значит, реализовался процесс возникновения жизни на обширных участках в различных частях земного шара.

Энергию для процессов жизнедеятельности первые живые организмы получали либо за счет химических растений в окружающей среде, либо за счет кислорода, который содержался в воде и атмосфере. В дальнейшем среди первичных живых организмов выделились существа, сумевшие использовать энергию солнечного луча и с его помощью превращать неорганические соединения в органические. Процесс, который они каким-то способом научились осуществлять, называется фотосинтезом.

Живые существа, способные к фотосинтезу, вырабатывая хлорофилл, окрасились в зеленый цвет и стали тем, что мы сегодня называем растениями. А живые существа, которым по каким-то причинам не удалось овладеть фотосинтезом, после того как в окружающей среде были исчерпаны «съедобные» органические соединения, начали питаться растениями и со временем превратились в животных. Но остались еще две группы, которые переключились на питание останками отмерших растений и животных. Это бактерии, а после выхода жизни на сушу — и грибы.

Так первоначальное живое существо, начавшееся с коацерватной капли, разъединившись, образовало четыре компонента животного царства. И хотя первичные живые существа обладали, скорее всего, наибольшим сходством с бактериями, расположить компоненты следует в таком порядке: растения, животные, бактерии, ибо в создании биосферы решающую роль сыграли растения, они выступали пионерами захвата новых акваторий, а потом и территорий.

О последнем обстоятельстве следует сказать несколько слов особо. Наша эпоха — эпоха стремительно развивающихся и потому быстро изменяющихся знаний. Еще сравнительно недавно считалось, например, достоверным, что споровые растения появились на суше 300 млн. лет назад, в среднем девоне, а теперь доказано, что это произошло на 200 млн. лет раньше, в начале кембрия. Очевидно, возможны и дальнейшие уточнения: к кембрию органический мир развился уже настолько, что существовали все одиннадцать типов современного животного мира.

Но все равно, был в истории географической оболочки такой период, когда суша ее оставалась абсолютно безжизненной, представляла собой так называемую «первичную пустыню», а жизнь теплилась только в море. Трудно согласиться с одним нашим крупным естествоиспытателем, писавшим, что жизнь захватила планету в «несколько дней», — слишком уж контрастны условия обитания в различных частях земного шара. Кроме того, границы между водой и сушей — это очень резкая граница,

и сразу преодолеть ее едва возникшая жизнь не могла: она должна была сначала развиться и окрепнуть. Логично предположить поэтому, что сначала жизнь освоила ту среду, в которой возникла — распространилась по поверхности океана, который и стал второй (после побережий) пространственной фазой эволюции жизни на Земле. Приспособляемость современных синезеленых водорослей и бактерий к различным природным условиям — поразительная, но это не врожденное, а эволюционно приобретенное свойство, и приобретенное не сразу.

Как долго после возникновения жизни на Земле суша ее осталась первичной пустыней, точно сказать сейчас невозможно. Вполне вероятно, что в геологическом смысле это был короткий период, продолжавшийся каких-нибудь несколько миллионов или несколько десятков миллионов лет, но такой период существовал в истории географической оболочки. Суша явилась третьей пространственной фазой эволюции жизни на Земле, и освоение тоже, скорее всего, началось с водного «плацдарма»: преодолеть барьер между соленой или солоноватой и пресной водой проще было, чем между водой и сушей. Во всяком случае, самые древние обнаруженные споровые растения были водными или прибрежноводными наземными растениями.

Из сказанного следует сделать такой вывод: появившись на Земле, живые существа далеко не сразу образовали биосферу, т. е. оболочку из живых организмов, ныне охватывающую всю планету. Биосфера рождалась долго и трудно, и прошло немало сот тысячелетий, прежде чем пленка жизни сомкнулась на планете сначала в водной среде (возникла биогидросфера как ступень эволюции), а затем возникла биосфера уже в полном смысле слова, как всепланетное явление, что произошло в геологическом масштабе времени сравнительно недавно.

Продукт географической оболочки (биогеносферы) — жизнь, в свою очередь оказала колоссальное влияние на ее природу. Организмы стали наиболее постоянно действующей и могущественной геохимической силой, великим и непрерывным разрушителем «косности» планеты. Достаточно сказать, что с деятельностью живых организмов связано возникновение огромного количества органогенных пород: известняков, доломитов, мраморов, каменного угля, торфа, а возможно, и нефти. Но горные породы типа известняков, каменного угля — это углекислый газ, извлеченный растениями и животными из окружающей среды, это, наконец, солнечная энергия, на миллионы лет захороненная в недрах земного шара. Насыщая в процессе фотосинтеза атмосферу кислородом, растительность в то же время освободила ее от излишков углекислого газа, придала нижним слоям атмосферы современные свойства.

Отметим также, что, поглощая из атмосферы углекислый газ и обогащая ее кислородом, зеленые растения тем самым подго-

тавливали условия для быстрой эволюции животных, нуждавшихся в кислородной атмосфере. В этом смысле в истории географической оболочки можно наметить этапы до и после каменноугольного периода. Как известно, в каменноугольном периоде растительный мир достиг небывалой до того времени пышности и разнообразия, а вслед за тем началось быстрое развитие наземных животных — земноводных, пресмыкающихся, а затем и млекопитающих.

С появлением растительности, способной быстро и надолго «консервировать» солнечную радиацию в пределах географической оболочки, возник еще один мощный аккумулятор, еще более повысилась роль солнечной радиации в жизни Земли.

Последним по времени крупнейшим актом в жизни географической оболочки было возникновение человека, человечества — высшего продукта процесса ее развития, но к этой теме мы еще вернемся.

Географическая оболочка — область взаимодействия космических сил и земных, но развивалась она не только потому, что космос благоприятно влиял на нее, но и потому, что в процессе развития вырабатывались защитные от космоса средства, — взаимодействие это, как видно, противоречиво.

Все рассказанное выше позволяет сформулировать следующие общие закономерности развития географической оболочки:

1) состав и строение географической оболочки непрерывно усложнялись вследствие возникновения новых компонентов и их производных продуктов;

2) возрастала автономность географической оболочки, ее обособленность от космоса и от других частей земного шара, увеличились в числе и конкретизировались черты самостоятельности географической оболочки как природного образования;

3) активизировались и усложнялись взаимосвязи и взаимозависимости между компонентами географической оболочки, она становилась все более целостным природным образованием;

4) постепенно возрастала роль солнечной радиации в жизни географической оболочки, причем процесс этот протекал скачкообразно и связан с земными причинами — с возникновением новых компонентов, улучшением условий аккумуляции солнечной энергии.

Все эти закономерности были теснейшим образом взаимосвязаны, и каждый из них — это лишь одна из граней общего поступательного движения географической оболочки, развития от низшего к высшему, говоря точнее — все эти закономерности суть грани процесса возникновения, а в дальнейшем усовершенствования и воспроизводства жизни.

Таким образом «Географическая оболочка — это оболочка Земли, в которой соприкасаются и

взаимодействуют литосфера, гидросфера, атмосфера и биосфера»<sup>1</sup>.

Я считаю, что достойным синонимом географической оболочки может служить биогеносфера, ибо географическая оболочка — это та тонкая пленка на поверхности земного шара, которая проделала сложнейшую из всех известных нам эволюций, развилась до появления высокоорганизованных форм органической материи, «породила» жизнь, человека и человечество; географическая оболочка, биогеносфера, это своеобразнейшая «лаборатория», в которой сложнейшие свойства мироздания, материи выкристаллизовывались в жизнь и которая непрерывно воспроизводит живую материю уже миллиарды лет.

### **ВАЖНЕЙШИЕ ПРИРОДНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОЙ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ**

Основные природные черты современной географической оболочки складывались постепенно, в процессе ее развития, и в той или иной степени о некоторых из них говорилось в предыдущем параграфе. Здесь же будет как бы подведен итог миллионно-летнему пути, пройденному географической оболочкой.

1. Важнейший признак географической оболочки заключается в том, что она состоит из трех взаимодействующих и взаимопроницающих геосфер, каждая из которых соответствует одному из трех физических состояний вещества, а именно: литосферы (твердое вещество), атмосферы (газообразное вещество) и гидросферы (жидкое вещество). В пределах географической оболочки вещество в любом из этих трех агрегатных состояний находится в устойчивом положении; в этом залог всех дальнейших эволюций. Эти три геосферы представляют собой косную часть географической оболочки в отличие от органической части, или биосферы. Косная и органическая части географической оболочки неразрывно связаны между собой как в прошлом (по происхождению), так и в настоящем. Существование биосферы невозможно без трех косных геосфер, а вся совокупность живых организмов наложила за время своего существования неизгладимый отпечаток на свойства и особенности последних.

Под любой геосферой понимается довольно-таки широкий круг явлений, нередко различных по своей природе. Так, горные породы и почвы относятся к твердой оболочке, но по своей природе они различны: почвы — это горная порода, переработанная жизнью, насыщенная жизнью и продуктами жизнедеятельности. Воздух, растворенные в воде газы, почвенные и вулканические газы в своей совокупности образуют атмосферу, но по природе отличаются друг от друга. Различия между такими частями био-

<sup>1</sup> БСЭ, т. 3, 1971, стр. 253.



сферы, как растительность, животные и бактерии, очевидны. Вода морей, рек и озер и вода в растительных и животных организмах не одно и то же, хотя вся эта вода входит в понятие гидросферы. Следовательно, кроме геосфер, в структуре географической оболочки можно выделить несколько ее природных компонентов. Компонентами географической оболочки являются горные породы, вода, воздух, почва, бактерии, растительность, животные и солнечная радиация, занимающая несколько особое положение среди других компонентов (энергетический компонент).

Именно это фундаментальное свойство географической оболочки — сочетание вещества в трех физических состояниях с органической материей — и определяет в настоящее время ее своеобразие среди иных сфер земного шара, ее специфичность.

2. Все геосферы, слагающие географическую оболочку, интенсивно взаимодействуют друг с другом, разнообразно влияют друг на друга. Для географической оболочки характерен чрезвычайно напряженный круговорот веществ. Формы взаимодействия между геосферами и компонентами в высшей степени разнообразны, и все их перечислить просто невозможно. Отметим, что за пределами географической оболочки тоже имеет место круговорот веществ, но он протекает значительно менее интенсивно.

Огромную роль в жизни географической оболочки играет круговорот воды. Ежегодно с поверхности Мирового океана испаряется  $448\,000\text{ км}^3$  воды, или слой толщиной в 1,2 м, а с поверхности суши —  $71\,000\text{ км}^3$ , т. е. со всей поверхности Земли испаряется  $519\,000\text{ км}^3$  воды и такое же количество выпадает в виде осадков. Испарившаяся вода временно поступает в атмосферу и переносится воздушными течениями в разных направлениях, в том числе и на материки. По этой причине непосредственно на поверхность океана влаги выпадает меньше, чем испаряется, а на часть суши, имеющую сток в океан (с ее поверхности испаряется  $63\,000\text{ км}^3$ ) больше (соответственно  $412\,000\text{ км}^3$  и  $99\,000\text{ км}^3$ ). Избыток воды, выпавшей на сушу ( $36\,000\text{ км}^3$ ), стекает в океан, и объем последнего остается неизменным.  $8\,000\text{ км}^3$  воды приходится на бессточные области, т. е. не имеющие связи с океаном: количество осадков равно там количеству испарившейся влаги.

Совершенно очевидно, что круговорот воды имеет значение не только для климатических процессов, но и для многих других: для развития растительного и животного мира, формирования почв, для рельефообразования. Реками выносятся в океан твердый взвешенный материал, что способствует выравниванию земной поверхности и образованию осадочных пород.

Сложные взаимодействия происходят при биогенном круговороте веществ. Биогенный (или биотический) круговорот называют еще малым круговоротом. Большой круговорот — это круговорот воды и циркуляция атмосферы, что взаимосвязано; примерно половина всей солнечной энергии, поступающей на Землю,

расходуется именно на него (на испарение воды прежде всего). На создание же органического вещества расходуется всего 0,1%—0,2% солнечной энергии, как видно, энергия биотического круговорота ничтожно мала по сравнению с энергией большого круговорота, но далеко не всегда все решается количественными показателями.

Биотический круговорот веществ, и это должно быть понятно по уже изложенному материалу, не существует независимо от круговорота воды и циркуляции атмосферы, он определенным образом вписывается в большой круговорот в разных зонах планеты.

Значение же биотического круговорота чрезвычайно велико. Дело в том, что Земля — космическое тело определенного конечного объема, и запасы минеральных элементов на ней не могут быть бесконечными. Если бы они только потреблялись, жизнь рано или поздно должна была бы прекратиться. Но круговорот веществ придает ограниченному количеству свойства бесконечного, ибо непрерывно «оборачивает» уже использованные элементы, вновь приобщая их к делу.

Количественные подсчеты биомассы нашей планеты, ежегодного образования органического вещества пока еще далеки от точности. Наиболее принятыми можно считать следующие показатели. Суммарная годовая продукция фотосинтеза на всем земном шаре составляет примерно 46 млрд. т органического углерода. Для образования такого количества органического углерода необходимо, чтобы ежегодно 170 млрд. т углекислоты связывались с 68 млрд. т воды, образуя 115 млрд. т сухого органического вещества и 123 млрд. т кислорода. При этом усваивается  $44 \cdot 10^{16}$  ккал фотосинтетически активной солнечной радиации. Кроме того, в процессе фотосинтеза ежегодно используется около 6 млрд. т азота, около 2 млрд. т фосфора и других элементов минерального питания (калий, кальций, магний, сера, железо, медь, марганец, молибден, кобальт и др.). Эти подсчеты принадлежат А. А. Ничипоровичу (1967). Можно предположить с достаточной долей вероятности, что ежегодно возобновляется десятая часть биомассы планеты.

О масштабах биотического круговорота говорят и такие ориентировочные подсчеты: весь кислород атмосферы проходит через живые организмы примерно за две тысячи лет, углекислота совершает полный цикл за триста лет, а вся вода океанов, морей и рек разлагается и восстанавливается в биотическом круговороте за два миллиона лет<sup>1</sup>. Иначе говоря, за время эволюции не только углекислота и кислород, но и вся вода прошли через живое вещество планеты не одну сотню раз.

---

<sup>1</sup> Материалы заимствованы из книги М. М. Камшилова. Биотический круговорот. М., 1970.

Биотический круговорот, основанный на взаимодействии синтеза и распада живой протоплазмы, и определяет сущность жизни как планетного явления. Поэтому еще говорят, что жизнь на Земле существует в виде круговорота веществ.

Если же теперь все несколько конкретизировать, то нетрудно вспомнить, что создается органическое вещество растениями, растения поедаются животными, или разлагаются (и тогда углекислый газ возвращается в атмосферу), или отлагаются в виде органических илов (сапропеля и др.), гумуса, торфа, из которых в дальнейшем могут образоваться другие органические породы. Из углекислого кальция водные организмы создают свои скелеты и раковины, которые после гибели животных осаждаются на дно. Извлеченный из атмосферы или почвы азот после разложения бактериями отмерших растений либо возвращается в атмосферу, либо путем сложных превращений накапливается наряду с другими химическими элементами в виде селитры (в районах с жарким и сухим климатом).

К сложным формам взаимодействия между компонентами географической оболочки относится и процесс выветривания. Под влиянием солнечных лучей, кислорода, углекислоты, воды, растений, бактерий и животных разрушаются верхние горизонты литосферы (этим процессом захвачена толща в несколько десятков метров, а иногда и более), образуются продукты выветривания, происходит переотложение твердого вещества, которое временно обретает подвижность; при выветривании из более сложных соединений образуются более простые, причем процесс этот идет с выделением тепла.

«...Влияние климата на выветривание горных пород очевидно, но обратное влияние выветривания на климат за историческую эпоху неощутимо, — пишет Д. Л. Арманд<sup>1</sup>. — Чтобы понять, что здесь имеет место именно взаимодействие, надо рассмотреть процесс развития территории в масштабе геологических эпох, за время которых медленный процесс выветривания приводил к существенным изменениям рельефа и, таким образом, несомненно влиял на климат».

Можно указать и такую форму взаимодействия: по наблюдениям вулканологов, извержения камчатских вулканов, как правило, носит бурный характер при циклонической погоде, т.е. при пониженном атмосферном давлении, тогда как при высоком

---

<sup>1</sup> Арманд, Давид Львович (р. 1905) — советский физико-географ, доктор географических наук. Вел исследования в Европейской части СССР, в Средней Азии и Китае. Основные работы посвящены физической географии зарубежных стран, теоретическим проблемам и количественным методам в физической географии, преобразованию природы и рациональному использованию природных ресурсов. Автор книг «Нам и внукам» (1964, 1966), «Физическая география в наши дни» (1968) и др. Цитата взята из статьи в журнале «Известия АН СССР». Серия географическая, 1951, № 3, стр. 64.

атмосферном давлении извержения имеют характер спокойных излияний. Это говорит о весьма большой уравновешенности внутренних и внешних сил, регулирующих характер вулканических извержений.

3. Тесная взаимосвязь между различными явлениями в географической оболочке выражается и в переходах одних процессов в другие. Например, выпадение атмосферных осадков — это климатический процесс; но выпавшие осадки стекают в океан, и это уже гидрологический процесс; если же влага усваивается и транспирируется растениями, это процесс, связанный с жизнедеятельностью организмов.

4. Важной особенностью географической оболочки является также то, что каждая ее составная часть, каждый ее компонент испытывает на себе комплексное влияние всех остальных частей, причем влияние настолько сильное, что оно изменяет первоначальные свойства явления иной раз даже на противоположные.

Химически чистая вода смертельна для живых организмов; но природная вода, свойства которой обусловлены ее взаимодействием с литосферой и атмосферой, — это подлинный источник жизни. Смесь газов, образующих воздух, искусственно созданная в соответствующей пропорции, мало похожа на тот воздух, которым дышат. Присутствие воды, например, меняет целый ряд физических свойств воздуха, в том числе теплоемкость.

Представления эти были четко сформулированы еще В. И. Вернадским<sup>1</sup>, который писал, что организм, отделенный от окружающей среды, «есть не реальное, есть отвлеченное логическое построение, по своим свойствам столь же далекое от реальности, как далек от реального «воздуха», т. е. тропосферы, воздух физика. Он дает только первое приближение к научному пониманию, и многие важнейшие свойства тропосферы при таком отвлечении исчезают из научного кругозора».

В этом смысле географическая оболочка химически является единым целым.

5. Перечисленные выше особенности географической оболочки делают ее целостным природным образованием. Сколько-нибудь серьезные изменения сложившихся условий в одной из ее частей обязательно вызывают изменения в других ее частях.

Так, у Тихоокеанского побережья Южной Америки трижды за последние сто лет разыгрывались следующие события.

---

<sup>1</sup> Вернадский, Владимир Иванович (1863—1945) — советский естествоиспытатель-энциклопедист, минералог, геохимик, биогеохимик, историк науки. Академик. Вел исследования на Кавказе, в Средней Азии, на Урале. Путешествовал по Северной Америке. Работал во Франции и Чехословакии. Крупный организатор науки в СССР. Основные труды, помимо минералогии, посвящены геохимии, одним из основателей которой он является, и биогеохимии географической оболочки (по его терминологии «биосферы»). Цитата взята из книги «Биогеохимические очерки». М., 1940, стр. 198.

Как известно, западное побережье Южной Америки омывается течением Гумбольдта, или Перуанским. Это холодное течение (температура воды на  $8-10^{\circ}$  ниже температуры окружающего воздуха), которое, во-первых, снижает температуру на побережье, а во-вторых, приводит к крайней сухости приморских районов, обуславливая наряду с другими климатическими факторами существование пустыни Атакама. Пустыня эта — одно из самых засушливых мест на земном шаре. На большей части ее территории выпадает за год менее 10 мм осадков. Не удивительно, что пустыню — а это очень узкая, но длинная береговая полоса — пересекает всего одна постоянная река Лоа. Большие площади заняты солончаками. Растительность редка и бедна.

Но жизнь у берегов Перу богата. Правда, жизнь морская и связанная с морем. Прибрежные — зеленоватые, с оливковым отливом воды — один из самых высокспродуктивных районов Мирового океана. Почти круглый год ведут здесь промысел многочисленные рыболовные суда. И ведут промысел миллионы птиц — бакланы, пеликаны, глупыши, альбатросы. Колонии птиц, занимающие площадь более десяти гектаров, — обычное явление; на квадратный метр там приходится три гнезда. Общее количество рыбы, которое вылавливается этой птичьей армадой, достигает 2,2 млн. т.

Точных сведений о том, сколько добывается там рыбы человеком, нет. Очевидно, тоже немало. Но рыбные запасы не скудеют: холодные воды Перуанского течения богаты кислородом, а следовательно, и планктоном, а когда много пищи, много и рыбы — сардин, анчоуса, морского окуня и других относительно холодолюбивых видов.

Каждое лето южного полушария навстречу течению Гумбольдта устремляется с севера теплое течение Эль-Ниньо, доходящее обычно до  $4^{\circ}$  ю. ш. Но в некоторые годы (так случилось в 1891, 1925 и 1941 гг.), когда ослабевает северо-восточный пассат и на смену ему приходят северо-западные ветры, течение Эль-Ниньо проникает почти на тысячу километров дальше к югу.

На глазах у людей разыгрывается как бы классический случай изменения климата: холодное Перуанское течение отступает от берегов, а на смену ему приходит теплое течение Эль-Ниньо, температура которого на  $7-8^{\circ}$  выше обычной для этих мест.

В результате в океанской воде резко уменьшается количество кислорода (в холодной воде его всегда больше) и, значит, резко уменьшается количество планктона. Прибрежная рыба, лишенная пищи, либо уходит от берегов, либо гибнет, и побережье покрывается гниющими морскими выбросами. Сероводород отравляет воздух, а на некогда зеленоватой, с оливковым отливом воде появляется дурно пахнущая черная пленка (у моряков это явление известно под названием «краски Кальяо»,

потому что особенно страдает порт Кальяо, морские ворота столицы Перу). Вслед за рыбой покидают берега многочисленные стаи бакланов, альбатросов, фазанов и других птиц.

На обнаженные скалы гор, на пустынное побережье, где обычно господствует тихая, ясная и сухая погода, обрушиваются катастрофические штормы с ливнями и грозами. Дожди сопровождаются резким повышением температуры воздуха. Пустыня покрывается растительностью, оживает, расцветает. Сухие русла рек наполняются водой. Приспособленные к сухому климату глинобитные дома и хозяйственные постройки разваливаются. Дороги размываются. Обнажаются и выходят из строя проложенные в земле провода и водопроводные трубы — прибрежные селения остаются без света и питьевой воды.

Начинают гнить, разлагаться залежи гуано — ценного сельскохозяйственного удобрения, образующегося из птичьего помета в условиях пустынного климата.

Появляется огромное количество насекомых и возникает реальная угроза эпидемий...

Эти «назидательные» эксперименты природы продолжались недолго — каждый раз около месяца, но результаты их вполне убеждают в справедливости вывода физической географии: географическая оболочка (биогеносфера) настолько чуткий, тонкий и слаженный механизм, что малейшее нарушение хода естественных процессов вызывает сложную цепь последствий. В самом деле, ведь в приведенном примере произошла всего лишь замена северо-восточных ветров северо-западными...

Еще один пример.

В 1953 г. в Москве был издан сборник под названием «Атмосфера Земли». В. Ю. Визе<sup>1</sup> поместил в этом сборнике статью под странным названием: «Арктика и Африка». Кажется бы, какая связь может быть между столь разительно несхожими частями земного шара?..

Берега Европейской части Советского Союза омываются Баренцевым морем. И в южной половине Африканского материка, за экватором, расположено одно из крупнейших озер тропической Африки — озеро Виктория. И вот какие интересные строки можно прочитать в статье В. Ю. Визе: «...годы с большим количеством льда в Баренцевом море соответствуют годам с низким уровнем озера Виктория, и, наоборот, годы с малым количеством льда — годам с высоким уровнем озера». Аналогичным ко-

---

<sup>1</sup> Визе, Владимир Юльевич (1886—1954) — советский ученый и полярный исследователь. Член-корреспондент АН СССР. Участник многих арктических экспедиций. Занимался вопросами влияния атмосферных процессов и гидрологических условий на ледовитость арктических морей, а также вопросами формирования климата Центральной Арктики. Разработал методы ледовых прогнозов и был инициатором создания дрейфующих станций. Автор широко известной историко-географической книги «Моря Советской Арктики».

лебаниям в связи с ледовитостью северных морей подвержен уровень и других великих африканских озер.

Объясняется это отнюдь не чудом: все дело в повышении или понижении интенсивности атмосферной циркуляции. «Твердо установлено, — писал В. Ю. Визе в той же статье, — что с возрастанием количества и скорости перемещения воздушных масс вдоль поверхности земного шара уменьшается ледовитость арктических морей, а с уменьшением интенсивности перемещения воздушных масс ледовитость увеличивается. В экваториальной зоне усиление общей циркуляции атмосферы вызывает увеличение количества выпадающих осадков, что и отражается на уровне озер».

6. Географическая оболочка охвачена рядом единых взаимосвязанных процессов, среди которых можно назвать выветривание, почвообразование, атмосферную циркуляцию, сток, эволюцию органического мира. «...Естественные биогеографические процессы, протекающие в Старом и Новом свете, в масштабе исторического времени представляются нам разобщенными и независимыми. Но в масштабе развития географической сферы (есть и такой синоним географической оболочки. — И. З.) за все время существования в ней жизни единство этих процессов не вызывает сомнения, поскольку материки Старого и Нового света неоднократно соединялись, виды общались и мигрировали, а продукты их жизнедеятельности изменяли на протяжении геологических эпох состав атмосферы и гидросферы, оказывая действия на самые удаленные уголки Земли»<sup>1</sup>.

То же самое можно сказать и о других всепланетных процессах: их разобщенность кажущаяся.

7. Немаловажной особенностью географической оболочки является неравномерность концентрации в ее пределах вещества геосфер. Так — и это совершенно очевидно, — воды в Мировом океане больше, чем в тропосфере или литосфере. Масса горных пород больше в пределах литосферы, чем в пределах тропосферы или в толще океана. Газообразного вещества больше в атмосфере, чем в трещинах литосферы или в воде Мирового океана.

Распределение масс этих геосфер в географической оболочке обусловлено их физическими свойствами — легкостью и тяжестью, текучестью или малоподвижностью.

Основная масса биосферы сконцентрирована у твердой и жидкой поверхности планеты, что объясняется наличием здесь солнечного света и тепла. Но в том или ином количестве те или иные элементы каждой из четырех сфер присутствуют в любой части географической оболочки, и в этом тоже заключается одно из ее важнейших свойств.

---

<sup>1</sup> Д. Л. Арманд, 1951, стр. 64.

8. После того как была составлена географическая карта всей планеты, очевидными стали природные различия между северным и южным полушариями. Северное полушарие стали называть материковым, а южное — океаническим, что вполне соответствовало распределению океанических впадин и материковых поднятий на Земле. Иначе говоря, была научно доказана несимметричность строения географической оболочки.

Широкие экспедиционные исследования, развернутые в Антарктике и в Антарктиде с середины 50-х годов нашего столетия, позволили накопить новые факты, свидетельствующие о несхожести природы северного и южного полушарий. Анализ этих материалов привел К. К. Маркова<sup>1</sup> к выводу, что «крупнейшей структурой географической оболочки... является не зональность (поясность), а полярная асимметрия». Положение это оспаривается некоторыми учеными, но если убрать стилистическую неточность (не важнейшая структура, а одна из важных черт строения всей географической оболочки), то с представлениями об ассиметрии или «антисимметрии» географической оболочки в целом, очевидно, следует согласиться.

Отметим некоторые особенности в природе северного и южного полушария Земли. Если иметь в виду именно полушарие в целом (без учета приполюсных районов), то преобладание океанических просторов над материковыми делает климат южного полушария относительно более равномерным, сглаженным. Показатели эти в значительной степени абстрактны. В самом деле, трудно представить себе, что означает среднемесячная температура для всего северного или южного полушария, — это математические условности. Но, если иметь в виду планетарный масштаб, кое-какие сведения они уточняют.

Так, в северном полушарии средняя температура воздуха самого теплого месяца  $+22,4^{\circ}$ , а самого холодного  $+8,6^{\circ}$ . В южном полушарии этим же месяцам соответствуют температуры  $+17,5^{\circ}$  и  $+11,3^{\circ}$ . Амплитуда колебаний этих условных среднемесячных температур достигает в первом случае почти  $14^{\circ}$ , а во втором — немногим более  $6^{\circ}$ .

Впадине Северного Ледовитого океана как бы противостоит в южном полушарии поднятие Антарктиды.

В северном полушарии относительно невелико материковое оледенение, но обширные пространства заняты морскими льда-

---

<sup>1</sup> Марков, Константин Константинович (р. 1905) — советский физико-географ, геоморфолог и палеогеограф. Академик. Вел исследования в северо-западной части СССР, в горах Средней Азии, в Арктике. Участник трех морских антарктических экспедиций, кругосветного плавания. Основные работы: «Ледниковый период на территории СССР» (соавтор), «Основные проблемы геоморфологии» (1939, 1948), «Палеогеография» (1951, 1960). Автор книги «Путешествие в Антарктиду» (1957). Цитата взята из работы «Полярная асимметрия географической оболочки», «Известия ВГО», 1963, № 1, стр. 3.



ми. В южном полушарии картина обратная, там «первенство» принадлежит материковому оледенению.

В южном полушарии нет типичной тундры. На островах, расположенных в тундровых широтах (по аналогии с северным полушарием), господствует луговая растительность. Нет в южном полушарии лесотундры, типичной для северного полушария тайги, лесостепей и пустынь умеренного пояса.

Имеются различия и в видовом составе животного мира.

Итак, асимметричность строения географической оболочки следует считать фактом. Сложнее объяснить причины, обусловившие такое ее строение, — это дело будущего. Очевидно, следует подумать и о правомерности термина «*полярная асимметрия*»: различия между северным и южным полушариями не ограничиваются приполюсными районами нашей планеты. Правильнее называть ее глобальной северо-южной асимметрией.

9. По отношению к космосу географическая оболочка является хотя и автономной, но не замкнутой системой. Помимо солнечной и иной космической радиации, на Землю непрерывно льется поток межзвездной материи (в течение года на Землю выпадает в среднем около 10 млн. т вещества). В то же время непрерывно покидают, уходя в межпланетное пространство, атомы некоторых газов, особенно водорода, они улетучиваются из верхних слоев атмосферы нашей планеты, и в космосе за Землю тянется «газовый шлейф».

Газовый шлейф (еще говорят газовый хвост) простирается на сотню тысяч километров. Из-за светового давления он всегда направлен в сторону, противоположную от Солнца. Ночью он слабо светится вблизи противосолнечной точки на небосводе.

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКЕ

Поскольку очевидно, что географическая оболочка не могла бы возникнуть и существовать в современном ее состоянии без постоянного притока солнечной энергии, то следует заключить, что географическая оболочка есть результат сложного, до конца еще не раскрытого взаимодействия земных и космических сил; она в той же мере может считаться порождением Земли, как и порождением космоса. Земля — это лишь то поле, на котором проявились глубочайшие свойства мироздания, расцвела в конечном итоге жизнь. Но «поле» это отнюдь не оставалось пассивным, оно в свою очередь способствовало выявлению тончайших свойств материи.

Противоречивые взаимодействия космоса и нашей планеты сводятся прежде всего к передаче и трансформации энергии. Следовательно, вопрос об энергетике и энергетических ресурсах географической оболочки относится к числу важнейших проблем теории физической географии и всего естествознания.

«Саморазвитие Земли всегда происходило, сейчас происходит и будет, пока она существует как планета, происходить на извечном космическом энергетическом фоне, — писал М. С. Эйгенсон<sup>1</sup>. — Этот космический фон является той подосновой, той объективно принудительно заданной канвой, на которой наша планета в силу своих космических энергетических возможностей вышивает пестрый и многоцветный узор своей геологической истории».

Хорошо сформулированное и в общем правильное это высказывание М. С. Эйгенсона, однако, лишь приближает нас к пониманию энергетических особенностей географической оболочки.

Необходимы следующие уточнения:

а) кроме космического энергетического поля, существует земное энергетическое поле;

б) географическая оболочка может рассматриваться как область земной коры, занятая трансформаторами, переводящими космические излучения в действенную земную энергию — электрическую, химическую, механическую, тепловую и т. д. (Эта мысль принадлежит В. И. Вернадскому, а трансформаторами служат различные компоненты географической оболочки, в том числе растительность.);

в) при своем образовании Земля получила из протопланетного облака определенный запас космической энергии, которая переходит из потенциальной в кинетическую главным образом под влиянием энергии, поступающей из мирового пространства.

Космическое энергетическое поле, определяемое для Земли в основном Солнцем, может быть подразделено на поле лучистой энергии и на гравитационное поле. Поскольку притяжение Солнца и скорость вращения Земли вокруг него определяют положение планеты в солнечной системе и в конечном итоге количество лучистой энергии, поступающей на ее поверхность, то ясно, что поля эти находятся во взаимодействии и совместно влияют на географическую оболочку. Но для простоты их лучше рассмотреть по отдельности.

1. В пределы географической оболочки поступает почти исключительно лучистая энергия Солнца. О значении солнечной радиации для географической оболочки, казалось бы, нет необходимости особенно распространяться — настолько оно очевид-

---

<sup>1</sup> Эйгенсон, Морис Семенович (1906—1962) — советский астроном и гелиогеофизик. Доктор физико-математических наук. Занимался исследованием внегалактических туманностей, изучением взаимодействия Солнца и Земли. Ему принадлежит одно из обоснований астрогеологии как особой науки (о ней будет сказано ниже). Цитата взята из статьи «Твердая Земля и солнечная активность». Геологический сборник Львовского геологического общества, 1954, № 1, стр. 254—255.

но. Однако в последние годы выяснилось, что роль солнечной радиации все-таки недооценивалась.

Вследствие излучения масса Солнца в течение суток уменьшается на 360 млрд. т. Земной шар получает меньше одной двухмиллиардной доли этой энергии, но в год это составляет астрономическую цифру:  $1,3 \cdot 10^{24}$  калорий. Этого количества тепла достаточно, чтобы растопить символический слой льда, охватывающий всю планету и достигающий мощности в 36 м. Любопытно, что на видимый свет приходится около 48% энергии солнечной радиации, на невидимую же инфракрасную часть — около 45%, а ультрафиолетовую — около 7%.

Как уже отмечалось, не вся солнечная радиация поступает в пределы географической оболочки — часть ее рассеивается, часть поглощается в верхних слоях атмосферы. Кроме того, Земля благодаря своей форме, а также наклону оси и особенностям вращения выступает как активный распределитель солнечной энергии. Перераспределение это имеет математически правильный характер: в пространстве — широтный (зональный), во времени — периодический (годовой и суточный).

С неравномерностью поступления солнечной энергии во времени и пространстве, как известно, связаны такие явления, как атмосферная и океаническая циркуляция, климатическая и ландшафтная зональность, ход геоморфологических процессов (особенно связанных с деятельностью воды).

...В одном из своих произведений великий английский писатель-сатирик Джонатан Свифт (1667—1745) изобразил мудреца, изучающего механизм усвоения солнечных лучей на... зеленом огурце. Если не считать этого гениального «прозрения», то, насколько известно, первым высказал мысль, что растения — аккумуляторы солнечной энергии, немецкий врач и физик Ю. Р. Майер (1814—1878), один из основных авторов закона сохранения и превращения энергии, и он же поставил перед наукой задачу — изучить механизм поглощения растениями солнечных лучей.

Проблема эта была решена выдающимися естествоиспытателями в конце прошлого — начале нашего столетия, и ныне общепризнано, что основным преобразователем солнечной энергии в земную является зеленая масса растений, особенно одноклеточные водоросли океана.

Благодаря многоярусному расположению растений как на суше (трава, кусты, деревья), так и в океане (планктонные водоросли, донные водоросли) солнечные лучи встречает и поглощает колоссальная зеленая поверхность. Очень хорошо писал об этом В. И. Вернадский в своей знаменитой книге «Биосфера» (первое издание — в 1926 г., последнее переиздание — в 1967 г.), и поэтому в данном случае целесообразнее всего привести строки из этой книги:

«Всматриваясь в любой зеленый организм, можно ясно видеть — в мелочах и в крупном — приспособляемость его для улавливания всех доступных ему солнечных световых излучений. Площадь зеленых листьев каждого отдельного растительного организма является максимальной, и их распределение в пространстве направлено к тому, чтобы ни один луч света не миновал захватывающего его микроскопического аппарата превращения энергии. Луч, падая на Землю, всюду встречает ловящий его организм. Механизм этот подвижен, и совершенство его превышает механизмы, созданные нашей волей и нашим разумом...

...Нет сомнения, что в общем всюду, за исключением постоянно или временно лишенных жизни азойных областей, луч света не может попасть на земную поверхность, не пройдя через слой живого вещества, в сотни раз, должно быть, превышающий ту площадь, которую бы он освещал в безжизненной среде...» Это для суши. В океане же, как считал В. И. Вернадский, эта величина во много раз больше. В конечном итоге он пришел к выводу, что зеленая поверхность Земли сравнима по площади с поверхностью самой крупной планеты Солнечной системы — Юпитера, а Юпитер превышает по объему Землю в 1345 раз (1967, стр. 267—270).

Особое значение в современной географической оболочке играет геохимическая энергия жизни, тесно связанная по происхождению с солнечной радиацией. Понятие это ввел В. И. Вернадский: «Растекание жизни — движение, выражающееся во всюдности жизни, — писал он, — есть проявление ее внутренней энергии, производимой ею химической работы. Оно подобно растеканию газа, которое не есть следствие тяготения, но есть проявление отдельных движений частиц (совокупность которых газ представляет), их энергии. Так и растекание по поверхности планеты живого вещества есть проявление его энергии, неизбежного движения, занятия нового места в биосфере новыми созданными размножением организмами. Оно есть проявление прежде всего автономной энергии жизни в биосфере. Эта энергия проявляется в работе, производимой жизнью, — в переносе химических элементов и в создании из них новых тел» (1967, стр. 246).

В процессе фотосинтеза происходит как бы «материализация» солнечного луча. «Создавая фотосинтезом — солнечным лучом, — писал В. И. Вернадский, — бесконечное число новых в биосфере химических соединений — многие миллионы различных комбинаций атомов, — оно (живое зеленое вещество. — И. З.) непрерывно, с уму непостижимой быстротой покрывает ее (поверхность планеты. — И. З.) мощной толщей молекулярных систем, чрезвычайно легко дающих новые соединения, богатые свободной энергией в термодинамическом поле биосферы, в нем устой-

чивые и неуклонно переходящие в новые формы устойчивого равновесия» (там же, стр. 234—235).

Рассуждая далее о геохимической энергии жизни, В. И. Вернадский отмечал: «Это движение живых организмов путем размножения, совершающееся с удивительной и неизменной математической правильностью, идет в биосфере (в данном случае следует понимать — в географической оболочке. — И. З.) непрерывно и является характернейшей и важнейшей по своим эффектам чертой ее механизма. Оно идет по земной поверхности — на суше, оно проникает во все водоемы..., оно видно на каждом шагу в тропосфере; в форме паразитов оно охватывает другое живое, имеет место внутри самих живых существ.

Неуклонно и неизменно оно длится без перерыва и без замедления мириады лет, все время совершая огромную геохимическую работу, являясь формой проникновения энергии солнечного луча в нашу планету и ее распределения по земной поверхности.

Мы должны видеть в нем не только перенос материальных тел, но и передачу энергии. В связи с этим перенос материальных тел размножением есть процесс особенный. Это не есть простое механическое передвижение тел по земной поверхности, независимых, несвязанных с той средой, в которой они движутся. Среда, в которой они движутся, не только обуславливает своим сопротивлением трение, как это имеет место в движении тел под влиянием тяготения. В этом движении связь со средой глубже — оно может идти только под влиянием газового обмена движущихся тел с той средой, в которой происходит движение. Оно тем быстрее, чем газовый обмен сильнее, оно замирает, когда газовый обмен не может иметь место. Газовый обмен — это дыхание организмов...

В движении размножения мы видим проявление его геохимического значения, выражение его как части механизма биосферы, подобно тому, как само это движение является отражением солнечного луча». Проявлением энергии того же луча является и само дыхание — газовый обмен жизни с окружающей средой» (там же, стр. 246).

Итак, живое вещество является мощным аккумулятором солнечной энергии и преобразователем ее, оказывая таким образом многообразное влияние почти на все процессы, протекающие в пределах географической оболочки.

2. До сравнительно недавнего времени традиционным было представление, что лишь органическое вещество (а на его долю приходится всего один процент вещества в земной коре) имеет источником энергии солнечную радиацию, аккумулирует ее и передает в глубь литосферы; неорганическое же вещество (остальные 99%) имеет источником энергии внутренние части планеты.

Несколько неожиданные представления в эту концепцию были внесены кристаллографами, и теперь очевидно, что она нуждается в значительных уточнениях.

Проблема внутреннего тепла Земли, как известно, насчитывает около трех столетий. Пока преобладали «горячие» гипотезы образования нашей планеты, считалось, что в центре Земли находится раскаленное ядро и за счет еще сохранившегося тепла существует все на Земле (в XVIII в. даже допускалось, что растения своими корнями извлекают «остаточное» тепло из недр).

Впоследствии было показано, что первоначальные представления о расплавленном ядре неверны. Английский геолог и геофизик Джон Джоли (1857—1933) выступил с гипотезой, в которой утверждал, что в недрах Земли идет постоянный радиоактивный распад, обеспечивающий поступление внутреннего тепла к поверхности планеты. В нашей стране эта точка зрения была поддержана В. И. Вернадским, активно пропагандировавшим необходимость особой новой науки — радиогеологии.

Поскольку никаких сомнений не вызывает самый факт существования радиоактивных элементов в земной коре (радий, уран, торий, калий, рубидий и т. п.), то бесспорно и участие радиогенного тепла в общем тепловом балансе земного шара. Не выяснена до конца лишь его роль в балансе, степень его участия в тектонических процессах. В литературе последних десятилетий неоднократно высказывалась точка зрения, что раньше роль радиогенного тепла значительно преувеличивалась, а некоторые авторы вообще не связывают образование магматических очагов с радиогенным теплом.

Итак, примем к сведению, что это вопрос спорный, решение его — задача геофизики.

Физико-географов же сейчас все больше привлекает проблема так называемых геохимических аккумуляторов, впервые поставленная в кристаллографии.

Дело тут в следующем. Исследованиями кристаллографов еще в довоенное время была установлена почти для всех породообразующих минералов атомная, или «тонкая», структура (подразумевается взаимное расположение составляющих атомов в кристалле). Несколько позднее кристаллографы при сравнении полученных результатов подметили существенное структурное различие между главными минералами изверженных и излившихся пород, с одной стороны, и минералами из осадочных и метаморфизованных пород — с другой. В земной коре шире, чем все другие химические элементы, распространен кислород (около 50%), на втором месте находится кремний (25%), на третьем — алюминий (9%). Так вот, при внимательном анализе обнаружилось, что атом алюминия в кристаллических решетках изверженных и излившихся пород окружен атомами

кислорода гораздо плотнее, ближе, чем в кристаллических решетках минералов осадочных и метаморфизованных пород.

Но изменение расстояния между атомами алюминия и кислорода, безусловно, связано с изменением количества энергии, с освобождением ее в недрах Земли. Наиболее вероятным следует считать предположение, согласно которому в результате непосредственного воздействия солнечной радиации на минералы при процессах выветривания на земной поверхности происходит повышение энергетического состояния неорганической материи. Затем «заряженные» солнечными лучами породы опускаются вглубь, отдают там свою энергию, что приводит к возникновению магматических очагов, а возможно, определяют и температурный градиент (изменение температуры по вертикали) земной коры; при вулканических излияниях породы вновь возвращаются на земную поверхность, вновь «заряжаются», вновь опускаются — и так множество раз.

Подсчитано, что необходимые для переплавления породы сто — двести калорий на грамм вещества могут быть собраны в любом секторе планеты с помощью геохимических аккумуляторов в течение немногих тысяч лет, а при радиоактивном распаде они «набираются» лишь за пятьдесят миллионов лет, т. е. темпы практически несравнимы.

Кроме алюминия, солнечная радиация аккумулируется калием, магнием, кальцием, титаном, но они играют второстепенную роль.

Все эти чрезвычайно интересные наблюдения позволяют заключить, во-первых, что неорганический круговорот химических элементов подобен органическому аккумулятивному круговороту с той лишь разницей, что вместо углерода основным аккумулятором является элемент алюминий; во-вторых, что процесс отражения Землей солнечной радиации значительно сложнее и длительнее, чем предполагалось ранее; он не ограничивается земной поверхностью, а захватывает всю или почти всю земную кору, причем отдельные порции солнечной энергии задерживаются на многие тысячелетия. Этот круговорот во многом определяет особенности литосферных частей географической оболочки и свидетельствует, что вся географическая оболочка, а не только ее верхние горизонты развиваются под преимущественным влиянием солнечной радиации.

3. Огромное значение для процессов, протекающих в географической оболочке, имеют космическое (преимущественно солнечное и лунное) и земное гравитационные поля. Воздействие их сказывается в географической оболочке повсюду.

С космическим гравитационным полем связано возникновение приливных волн на земном шаре. Приливо-отливные колебания проявляются не только в океанах, ими охвачена и литосфера, хотя размах колебаний там, естественно, несравнимо

меньше и колебания улавливаются лишь при помощи очень чувствительных приборов. Но вращение Земли и приливы — величины взаимопротивоположные, приливные волны замедляют вращение Земли. Смысл этого взаимодействия в том, что приливы отнимают, захватывают доли энергии вращения, т. е. относительной энергии всего тела Земли, и передают ее отдельным частям земного шара — земной коре, географической оболочке и ее сферам. Это приводит к тому, что скорость вращения Земли постепенно уменьшается, а в земной коре и географической оболочке возникают специфические процессы (в прибрежной зоне морей и океанов, например).

По примерным подсчетам, продолжительность суток на Земле увеличивается на одну секунду за 40 000 лет. С учетом продолжительности существования нашей планеты оказывается, что 500-млн. лет назад сутки были равны примерно 20 часам, а миллиард лет назад — 17 часам. А через один миллиард лет продолжительность суток возрастет до 31 часа, и в году останется только 283 дня.

При замедлении скорости вращения Земли изменяется фигура планеты. Она все более приближается к шарообразной, уменьшается сплюснутость у полюсов. А изменение фигуры Земли сопряжено с перераспределением ее масс: с замедлением вращения они должны оттекать к полюсам, с ускорением — к экватору. Нетрудно представить себе, что это приводит к усилению тектонических процессов в земной коре, а горообразование в свою очередь оказывало и оказывает влияние и на климат, и на проявление зональности, и на распространение растительности и животных.

Только что отмеченные процессы усиливаются и усложняются еще тем, что Земля, вращаясь, испытывает (человеком неощущаемые) колебания в скорости, а приливы усиливают неравномерность вращения. Кроме того, космическое гравитационное поле испытывает некоторые периодические пульсации, в результате которых приливообразующие силы то ослабевают, то усиливаются. Увеличение векового (в отличие от общеизвестных суточных, он растягивается на десятилетия и более) прилива всегда происходит за счет энергии вращения Земли: когда велик прилив, скорость вращения снижается, и наоборот.

Эти, казалось бы, сугубо космические, обстоятельства имеют непосредственное, но еще не до конца выясненное отношение к географической оболочке. Б. Л. Личков<sup>1</sup>, например, предполагал связь изменений векового прилива с климатом: высокому прили-

---

Личков, Борис Леонидович (1888—1965) — советский геолог, доктор геологоминералогических наук. Исследования вел в Средней Азии, в Европейской части СССР, в Заполярье. Основные работы посвящены созданию общей теории Земли, обоснованию основ астрогеологии, гидрогеологии, геомор-



ву, считал он, соответствует фаза теплого и сравнительно сухого климата, а низкому — прохладного и влажного; климат, в свою очередь, влияет на биологические, на почвенные процессы, на ледовый режим и т. п.

Значение земного гравитационного поля для географической оболочки общеизвестно — оно обуславливает почти все виды механического перемещения вещества. Под влиянием преимущественно космических факторов потенциальная энергия в пределах географической оболочки легко переходит в кинетическую, и в этом смысле географическая оболочка занимает особое положение на Земле. Дело в том, что литосфера, атмосфера и гидросфера представляют собой среды разной плотности, разной подвижности, для каждой из них характерна разная сила сцепления частиц вещества.

В толще литосферы, которая малоподвижна, переход потенциальной энергии в кинетическую, хотя и происходит, но затруднен. Но на границе с атмосферой, где плотность сред сразу очень сильно изменяется, переход этот осуществляется легко, проявление силы тяжести многообразно и верхние горизонты литосферы приобретают некоторую подвижность, что выражается прежде всего в различных процессах рельефообразования.

С переходом потенциальной энергии в кинетическую связаны морские течения, движение воздушных масс, речной сток и т. п. На характере их движения сказывается также сила Кориолиса, обусловленная вращением планеты. Влияние ее выражается в том, что все тела, движущиеся горизонтально, отклоняются в северном полушарии вправо, и в южном — влево относительно наблюдателя, смотрящего в сторону движения тела.

Как не плотна литосфера, но и в ее пределах происходит перераспределение под влиянием силы тяжести, грубо говоря, более тяжелых и более легких блоков, что также сопровождается выделением энергии. Считается даже, что ее одной достаточно для объяснения тектонических движений.

Естественно, что верхним пределом распространения внутренних тектонических сил любого происхождения является твердая поверхность Земли, и тектонические процессы проявляются зримо именно на границе литосферы и атмосферы, литосферы и гидросферы, и это опять-таки объясняется разностью плотностей среды, резкой сменой условий давления: внутри литосферы давление равномерно возрастает в среднем на 275 атмосфер на каждый километр глубины, в океане давление возрастает почти втрое медленнее, а в атмосфере оно вообще незначительно.

---

фологии, а также истории науки. Автор книг «Границы познания в естественных науках» (1914), «Движение материков и климаты прошлого Земли» (1931, 3-е изд. — 1936), «Природные воды Земли и атмосфера» (1960), «К основам современной теории Земли» (1965).

4. Наконец, в географической оболочке гравитационным силам противостоят молекулярные, играющие немаловажную роль в жизни живых организмов, которым приходится затрачивать энергию на преодоление силы тяжести.

## РИТМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКЕ

(по С. В. Калеснику, Г. К. Тушинскому<sup>1</sup>, А. В. Шнитникову<sup>2</sup>).

Вращение Земли вокруг своей оси, вокруг Солнца, имеющие определенные закономерности, процессы на самом Солнце, наконец, вращение Солнца вместе с планетами вокруг центра нашей звездной системы — все это приводит к ритмическим явлениям, к ритмическому ходу некоторых процессов в географической оболочке.

Ритмы — своеобразная разновидность круговоротов в географической оболочке.

По определению С. В. Калесника, ритмикой называется повторяемость во времени комплекса явлений, которые каждый раз развиваются в определенном направлении, причем выделяются две формы ритмики: периодическая и циклическая.

Под периодами понимаются ритмы одинаковой длительности, например, время оборота Земли вокруг оси, период обращения ее вокруг Солнца.

Ритмы переменной продолжительности называются циклами. Их цифровые характеристики всегда средние. Так, наибольшее число солнечных пятен (а это циклоны в солнечной фотосфере) повторяется в среднем через каждые 11 лет, но действительные промежутки между соседними максимумами от 9 до 14 лет и т. п.

Ритмика — существенная черта природы географической оболочки. Поскольку ритмы воздействуют на физико-географические процессы в течение длительного времени, без их учета трудно понять специфику самих процессов, особенно биогенных. По справедливому замечанию Н. А. Солнцева<sup>3</sup>, ритмы (напри-

---

<sup>1</sup> Тушинский, Георгий Казимирович (р. 1909) — советский физико-географ, доктор географических наук. Вел исследования на Кавказе, на Кольском полуострове, в Средней Азии. Основные работы посвящены изучению ледников, лавин и лавиноопасных районов. Автор книги «Космос и ритмы природы Земли» (1966).

<sup>2</sup> Шнитников, Арсений Владимирович (р. 1898) — советский физико-географ, доктор географических наук. Вел исследования на Дальнем Востоке, в Казахстане, в Южном Китае, в Западной Европе. Основные работы посвящены гидрологии, палеогеографии, проблемам колебания климата.

<sup>3</sup> Солнцев, Николай Адольфович (р. 1902) — советский физико-географ, доктор географических наук. Вел исследования на Европейском Севере (Новая Земля, остров Колгуев, Кольский полуостров) и в центральных районах Европейской части СССР. Основные работы посвящены теории ландшафтоведения и геоморфологии (в частности, роли снега в рельефообразовании).

мер, суточные, сезонные) являются для современных растительных и животных организмов необходимым условием их существования (особенно это относится к северным и умеренным широтам).

1. Суточная ритмика, связанная со сменой дня и ночи, в общих чертах общеизвестна: имеют суточный ход температура, влажность, ночью прекращается фотосинтез, днем растения выделяют в атмосферу кислород, а ночью — углекислый газ, одни растения закрывают цветы на день, другие — на ночь и раскрываются утром; так, в частности, ведет себя водяная лилия в Египте (лотос); ее появление вместе с солнцем над темной водой оросительных каналов превратило лотос в глазах древних египтян в символ нашего светила.

Животные тоже образуют как бы два мира: мир ночной и мир дневной, причем по-разному ведут себя не только сухопутные животные, но и морские; в частности, планктонные животные организмы (зоопланктон) в течение суток мигрируют иногда на сотни метров в глубину и обратно.

Нагревание горных пород днем и остывание их ночью создает суточный ритм физического выветривания, что особенно заметно в пустынях (камни «кричат») и в горах. Все, работавшие в высокогорных условиях, прекрасно знают, что через реки, вытекающие из-под ледников, нужно переправляться на рассвете, когда в них мало воды, днем они наполняются талыми ледниковыми водами. Опытный путешественник никогда не поставит свою палатку в горной долине входом вверх: ночью охлажденные горнодолинные ветры будут нестись с вершин вниз и задувать в палатку (днем они дуют в обратном направлении, потому что вершины раньше начинают нагреваться солнцем). Всем географам известна смена бризов на морских и океанических побережьях; при равнинном рельефе прохладные морские бризы проникают в глубь суши на десятки километров и облегчают работу в тропиках. В засушливых приморских районах, например в Северо-Западной Африке, ночное понижение температуры приводит к обильному выделению росы: увлажняя почву, она способствует сохранению жизни в саванне и пустыне.

Подмечено, что днем теплая вода выделяет газы в атмосферу, а ночью охлаждающаяся вода поглощает их, с некоторой долей условности этот ритмический процесс можно назвать «дыханием гидросферы».

2. Сезонная или годовая ритмика выражается в правильно повторяющихся изменениях в ходе физико-географических процессов, вызванных сменой времен года. В северном и южном полушариях эти изменения имеют противоположный характер (зима в северном полушарии — лето в южном со всеми вытекающими отсюда последствиями), и этот всем известный факт

также свидетельствует об асимметричности природы географической оболочки.

Если суточная ритмика практически наблюдается всеми людьми на Земле (на полюсах, где в году одна ночь и один день люди не живут, а даже в высоких широтах бывают периоды суточной смены дня и ночи), то сезонная ритмика практически не известна обитателям зоны влажных тропических лесов, где возможны лишь незначительные изменения в интенсивности природных процессов при «путешествии» солнца от южного тропика к северному и обратно.

В других, расположенных в приэкваториальных областях зонах сезонные изменения связаны прежде всего с чередованием дождливых и сухих сезонов. Эти зоны, или районы, как правило, заняты саваннами различных типов, а тип саванны зависит от продолжительности дождливого периода: чем он короче, тем меньше в саванне деревьев и беднее их видовой состав и ниже травы. В дождливый период саванны зелены, как наши луга и леса весной: преобладает нежно-изумрудный цвет; в сухой сезон они желты, как наши луга осенью, а многие деревья, сбросив листву, стоят по-зимнему обнаженные.

Всего менее всего изменения проявляются в тропических пустынях, там ход природных, особенно физико-химических, процессов определяется прежде всего нарастанием и убыванием температуры.

Пустыни умеренных широт весной зацветают, правда ненадолго. Это связано хотя и с не обильным, но все-таки каждый год выпадающим снегом, который по весне тает, увлажняя почву. Резко отличаются по климатическим условиям зимний и летний периоды в наших пустынях. Зимой свирепствуют морозы, ветры, а летом бывает так жарко, что некоторые животные (например, суслики) впадают в спячку не только зимой, но и в самую знойную пору.

Особенно зримо и четко прослеживаются сезонные ритмы в листопадных лесах умеренного пояса: таяние снега, первая зелень, пышное летнее цветение, желтая осень с летящими по ветру листьями, первые снегопады и, наконец, зима с глубоким снегом... Ни один другой район на земном шаре не сравнится в зоне лесов по богатству сезонных изменений, по их разнообразию и красочности.

...В тропических лесах почти нет травянистых растений: мощные кроны деревьев там густо переплетены и солнечные лучи лишь с трудом пробиваются к земле. В лесах умеренного пояса травы есть практически повсеместно, хотя в хвойных лесах их покров может быть разреженным. Мы очень неточно называем эти растения, живущие под пологом леса, тенелюбивыми. На самом деле они вовсе не любят тень — они вынуждены были приспособиться к жизни в тени, — ничего иного им не ос-

тавалось. Но есть в наших лесах истинные солнцелюбы, которые «не подчинились» лесу и сумели «перехитрить» его. Мы называем их обобщенно подснежниками, подлесниками, но все они прорастают и расцветают раньше, чем деревья покроются листвой и заслонят от них солнце, они полной мерой получают свою долю солнечной радиации, и это тоже одно из проявлений сезонных ритмов.

Весной после длительной зимы оживает тундра: зацветает ива, распускаются лютики, маки, камнеломки, вскрываются озера и появляется огромное количество прилетных птиц.

Сезонные изменения охватывают и центральную часть Арктического бассейна, где никогда не тают льды. С наступлением полярного дня начинают подтаивать льды, солнечные лучи проникают в воду и жизнь подо льдом вступает в новую фазу: зимой преобладают в воде зоопланктон, прежде всего различные мелкие рачки, а весной и летом бурно развиваются фитопланктон, микроскопические водоросли и вода «зацветает».

Сезонным ритмам подвержены ветры (всем известные муссоны, например), морские течения, реки (половодье, межень, ледостав, ледоход), жизнь не только растений, но и животных (большинство из них размножается весной, некоторые на зиму впадают в спячку; к сезонным ритмам относятся и перелеты птиц).

Конечно же, на смену сезонов реагирует человек, а его деятельность, особенно в области сельского хозяйства, лесной промышленности и охотничьего промысла, непосредственно связана с сезонной ритмикой.

3. Внутривековые ритмы, как следует из названия, это ритмы, не превосходящие по своей продолжительности столетия.

Из внутривековых ритмов наиболее четко прослеживаются циклы продолжительностью в 11 и 20—50 лет. Циклы эти связаны прежде всего с ходом физических процессов на Солнце, с их цикличностью. На взаимосвязь солнечных циклов с земными одним из первых в мировой науке обратил внимание А. Л. Чижевский<sup>1</sup>, причем взаимосвязь эту он прослеживал в бытие живых организмов, человека в частности. С одиннадцатилетними циклами он связывал, например, вспышки эпидемических заболеваний на земном шаре. Любопытно, что им был составлен прогноз на семь-восемь предполагаемых эпидемий (прогноз составлялся в начале 20-х годов), и только в одном случае он не подтвердился. А. Л. Чижевский исследовал влияние солнечных

---

<sup>1</sup> Чижевский, Александр Леонидович (1897—1964) — советский ученый, биофизик, историк, один из основателей космической биологии и медицины; исследования его явились важной вехой в развитии всего космического естествознания. Основные работы: «Физические факторы исторического процесса» (1924), «Эпидемические катастрофы и периодическая деятельность Солнца» (1930), «Солнце и мы» (1963), «Земное эхо солнечных бурь», 1973.

ритмов на биосферу на всех уровнях организации биологических систем — от индивидуальных организмов до сообществ, что позволило ему связать солнечные циклы с миграциями животных на Земле, с возникновением массовых заболеваний среди животных и растений и т. п. В дальнейшем его идеи были подтверждены изучением толщины годовичных колец на деревьях, характером отложения ила в озерах, ритмичностью массового размножения саранчи и других организмов.

Еще в прошлом веке было установлено, что почти везде на земном шаре климат испытывает циклические колебания, средняя продолжительность которых 30—35 лет; за это время серия влажных и прохладных лет сменяется серией теплых и сухих.

Естественно, что это не может не сказываться на других природных объектах. Так, при исследовании озера Сайма (юго-восточная Финляндия) в колебаниях уровня озера обнаружались ритмы в 20—30 лет, а при исследовании Ладожского озера — ритмы в 29—30 лет (эти озера соединены рекой Вуоксой, которая вытекает из Саймы). Аналогичные циклы установлены для озер Казахстана и юга Западной Сибири.

Ныне уже накоплен и систематизирован обширный материал о внутривековой изменчивости (с ритмами в 20—50 лет) водности рек и озер, горных ледников на территории всего северного полушария. В Европе, например, установлены, такие фазы похолодания: 80-е годы XVIII в., 1800—1815 гг., 40-е и 80-е годы XIX в., первое десятилетие и 40-е годы XX столетия. Подобные же ритмы были отмечены также в температурном режиме и ледовитости Атлантики, в интенсивности таяния горных ледников.

В конце прошлого века на значительных пространствах северного полушария началось потепление климата, особенно усилившееся в 20—30-х годах нашего столетия. У нас это явление известно под названием потепление Арктики, потому что там оно проявилось особенно зримо. В Арктике повысилась средняя температура зимы, уменьшилась ледовитость морей, что, в частности, способствовало успешному освоению Северного морского пути, начали отступать ледники. Некоторые животные проникли в ранее недоступные для них северные районы. Так, в реках Большеземельской тундры появилась выдра, граница распространения лисицы передвинулась на 200 км к северу, а лоси местами вышли на побережья северных морей.

Любопытно, что потепление не затронуло южного полушария (наоборот, в Австралии даже похолодало; не исключено, что похолодало и в Антарктике, но там в то время не велись систематические наблюдения, да и не было накоплено соответствующих материалов о климате). Очевидно, это обстоятельство также свидетельствует об асимметричности хода процессов в разных полушариях.

С 50-х годов в Арктике прослеживается обратная тенденция — к похолоданию, но процесс этот пока не распространился на средние широты.

Причина отмеченных температурных колебаний — в изменении интенсивности общей циркуляции атмосферы из-за ритмических изменений солнечной активности. Следует, однако, иметь в виду, что ритмы продолжительностью 20—50 лет существенно не изменяют общую характеристику климата того или иного района, так как колебания температуры и количества влаги от фазы к фазе невелики: колебания годовых температур в среднем составляют около 1°, а атмосферных осадков — около 25% их средней многолетней величины.

4. Среди сверхвековых ритмов особенно хорошо выражен ритм продолжительностью 1800—1900 лет.

Изучение показало, что в каждом таком цикле, во всяком случае на последнем геолого-историческом отрезке времени, обнаруживаются три фазы. Первая из них — трансгрессивная («наступательная»), или фаза прохладно-влажного климата, относительно коротка по времени (300—500 лет), но зато все процессы протекают быстро, энергично. В трансгрессивную фазу усиливается оледенение, увеличивается сток рек, повышается уровень озер.

Трансгрессивной фазе как бы противостоит регрессивная («отступательная») фаза, или фаза сухого и теплого климата, — медлительная, вялая фаза, но зато длящаяся 600—800 лет, т. е. в два раза дольше. Ей соответствуют понижение уровня озер, обмеление рек, отступление ледников.

Противоположные фазы разделены, естественно, переходной фазой соответствующей продолжительности (семьсот — восемьсот лет).

Уже выявлено довольно большое количество примеров, подтверждающих реальность этого сверхвекового ритма, хотя чаще всего они так и иначе характеризуют цикличность процессов, протекающих в отдельных звеньях географической оболочки, но не в ней в целом, — в последнем варианте еще многое предстоит изучить и осмыслить.

Если для иллюстрации взять Алтайскую горную систему с существующими там поныне ледниками, то выясняется следующая картина. Максимумы развития оледенения на Алтае приходятся на 11 300—11 000-е годы до нашей эры, 9400—9200-е, 7600—7400-е, 5800—5600-е, 3800—3700-е и 1900-е до нашей эры, затем на начало нашей эры и, наконец, на XIX в. нашей эры. На Аральском море трансгрессивные фазы были в XXIII—XVIII вв. до нашей эры, в конце первого тысячелетия до нашей эры и в начале нашей эры, в XIV—XVI вв. нашей эры, а регрессивные — в XVI—VIII вв. до нашей эры, в V—XIII вв. нашей эры и с XVII в. по настоящее время.

В течение нашей эры сверхвековой цикл, уже в более широком плане, проявлялся в такой последовательности:

С V по XIV в. — низкий уровень Каспия, малая ледовитость Арктики, позволившая скандинавам колонизовать Исландию и Гренландию, отступление ледников, повышение уровня Мирового океана, высыхание Сахары.

С конца XIV в. по конец XVIII или XIX в. — повышение ледовитости Арктики, наступание ледников, ухудшение климата, ледяная «блокада» Гренландии, приведшая к гибели скандинавских поселений на острове, постепенная регрессия Мирового океана, высокий уровень озер.

Со второй половины XIX в. — отступление горных ледников, понижение уровня равнинных озер, уменьшение ледовитости Арктики, трансгрессия Мирового океана.

Сверхвековой цикл, очевидно, поможет в дальнейшем понять если и не все, то многое в особенностях природы современных пустынь земного шара, Сахары в частности. Ныне уже достоверно известно, что Сахара за исторический период дважды становилась страной, обильной водою с реками и озерами, в которых водились крокодилы и бегемоты, пустыня зеленела и появлялись антилопы, жирафы, слоны. Сахару населяли племена скотоводов и охотников, которые и оставили в виде фресок свидетельства ее былого процветания.

Мне неоднократно доводилось пролетать над центральными районами Сахары, вести наблюдения в ее западной части — в Аравийской и Ливийской пустынях. Большое количество отлично выработанных, врезанных в скалы речных долин и даже озерных котловин действительно поражает. Строгого объяснения недавней многоводности Сахары пока не существует, а традиционные слова об изменении климата сами по себе ни о чем еще не говорят. Поэтому небесполезно обратить внимание на два обстоятельства.

В последние десятилетия почти под всеми пустынями мира были открыты крупные (иногда гигантские) водные «бассейны» — скопления пресной или минерализованной воды в породах. В современной Сахаре «бассейн» начинается в 100—200 м от поверхности, в Каракумах — местами в 30—40 м. Теоретически бесспорно, что уровень «бассейнов» подвержен как положительным, так и отрицательным колебаниям, и тут необходимо сказать о втором обстоятельстве.

Сверхвековые циклы связывают с изменением приливообразующих сил. Примерно через каждые 1800 лет Солнце, Луна и Земля оказываются в одной плоскости и на одной прямой, причем расстояние между Солнцем и Землей, в это время сокращается до минимума. Соответственно максимальной величины достигают силы тяготения, и именно в гидросфере происходят наибольшие нарушения равновесий водных масс, усиливается,



в частности, их вертикальная циркуляция в океанах. Вполне логично предположить, что в этих условиях изменяется и положение верхней границы подземных «бассейнов»: она должна подняться к поверхности и даже достичь ее. Этого, конечно, более чем достаточно для того, чтобы коренным образом изменить на несколько столетий природу пустынь, превратить почти в сплошной оазис без сколько-нибудь существенного изменения климата на планете. Последующее ослабление сил тяготения должно привести к «отливу», к понижению уровня бассейна и погружению его в толщу литосферы. Пустыня остается без воды, и снова становится пустыней...

Только что высказанные соображения не более чем гипотеза. Пока просто отсутствуют факты, способные либо подтвердить ее, либо опровергнуть, но ничего невероятного в ней нет.

Отмечу, что различные по продолжительности циклы могут сложно накладываться друг на друга, и тогда их воздействие, особенно на живые организмы, становится особенно сильным и может, как полагал А. Л. Чижевский, влиять не только, скажем, на поведение отдельного человека, но и на поведение человеческих коллективов. В советской «Философской энциклопедии» в статье, посвященной А. Л. Чижевскому, об этом сказано так: «Поскольку нервно-психическая система человека чутко реагирует на изменения солнечной активности, последние отражаются на психической возбудимости человеческих коллективов, повышая или понижая их реактивность»<sup>1</sup>.

Проблема эта еще подлежит дальнейшей разработке, но солнечная активность непосредственно влияет на людей, особенно с нездоровым сердцем, это уже доказано, и многими медиками сделаны соответствующие практические выводы.

5. Поскольку время существования географической оболочки исчисляется многими сотнями миллионов лет, физико-географ не может пройти мимо так называемых геологических циклов. У них три особенности с точки зрения современной науки: они мало достоверны, причины их неясны, но если они имеют место, то они очень долголетни.

Поэтому, не проходя, так сказать, мимо, в данной работе достаточно ограничиться лишь очень короткой справкой.

Выше уже говорилось, что вся Солнечная система вместе с Землей вращается вокруг некоего центра нашей Галактики. Существует понятие «галактический год». Это промежуток времени между двумя последовательными прохождениемми всей Солнечной системы через ближайший к центру Галактики участок орбиты. По времени галактический год равен 200—220 млн. лет.

Земля, вращаясь вокруг Солнца, попадает в неоднотипные участки космического пространства, и в этом нет ничего уди-

---

<sup>1</sup> «Философская энциклопедия», т. 5, 1970, стр. 489.

вительного. Тем более нет ничего удивительного в том, что и вся солнечная система на своем трудном пути оказывается в разных космических условиях.

Этими теоретически бесспорными предпосылками и пытаются объяснить так называемые геологические циклы.

Например, солнечная система попала в «запыленный» галактический участок. Если так, до Земли доходит меньше солнечного тепла, начинаются похолодание, оледенение и т. п. И это должно повторяться через каждые 200 млн. лет. Или «Солнечная система попала в участок с повышенной напряженностью поля. Вполне вероятно, что это может привести к расколам земной коры, к горообразованию...

Следует отметить, что некоторое временное совпадение между галактическим годом и отдельными процессами на Земле существует. Но вся эта проблема еще находится в стадии первоначальной разработки.

## СТРУКТУРА ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ

До сих пор при описании географической оболочки подчеркивались преимущественно черты ее единства, целостности как природного явления. Но в то же время очевидно, что столь сложное образование не может быть однородным, однообразным. Иначе говоря, очевидно, что в географической оболочке могут быть выделены структурные части, имеющие некоторые общие признаки, но и отличающиеся друг от друга.

Наиболее крупными и своеобразными частями географической оболочки являются тропосфера, океаны, материки.

Во всех опубликованных курсах по общему землеведению всем этим частям планеты уделяется большое внимание, и это совершенно правильно; и учащиеся, да и всякий образованный человек должны иметь научное представление об атмосфере (тропосфере, в частности), океанах и материках.

Но самая цель нашего рассказа о физической географии сегодня требует более детального анализа структуры географической оболочки.

Абсолютного единообразия мнений (это касается и самой структуры и терминологии) среди физико-географов, к сожалению, не существует. Я в числе первых физико-географов предпринял попытку произвести структурный анализ географической оболочки. Анализ этот встретил и отрицательное, и положительное отношение среди других специалистов.

Следует определенно сказать следующее: нет причины отказываться от принятой мной схемы строения географической оболочки, а подробный анализ критических замечаний увел бы нас слишком далеко в сторону от темы книги.

Ниже излагаются уже не однажды опубликованные представления о структуре географической оболочки, которые, конечно же, могут и должны быть критически проанализированы.

Отмечу, что тропосфера всегда «находилась там, где находится сейчас», т. е. над физической поверхностью земного шара. Положение же материков, морей и океанов изменялось. Современное расположение материков и океанов — это не результат саморазвития географической оболочки, а результат эволюции земного шара в целом (хотя, конечно, этот результат очень серьезно сказывался на природе географической оболочки: менялось не только расположение материков, островов и океанов, но и направление воздушных и морских течений, по-разному в разных частях земного шара развивался животный и растительный мир и т. п.).

Нас же в связи с темой книги должны в первую очередь заинтересовать те структурные части географической оболочки, которые являются следствием ее саморазвития и позволяют детализировать ее эволюцию.

Частями географической оболочки, возникшими в результате ее эволюции, являются, по моему мнению, географические комплексы.

Однако, прежде чем рассматривать эти комплексы, необходимо уточнить, что в дальнейшем будет пониматься под компонентами и элементами географической оболочки.

Вначале уже были перечислены компоненты географической оболочки и указана последовательность их возникновения. Итак, компонентами географической оболочки являются: горные породы, вода, воздух, почва, бактерии, растительность, животные, грибы и солнечная радиация.

Горные породы выше назывались исходным компонентом, и это правильно. В частности, горные породы существуют на всех твердых небесных телах, и недавно они в сравнительно большом количестве были доставлены с Луны на Землю космическими американскими экспедициями «Аполлон», а также советской автоматической станцией «Луноход-1». Однако находящиеся на поверхности или близко от нее земные горные породы, входящие в состав географической оболочки, за немногим исключением ею же и созданы — они не первичного происхождения.

Вода — природная, а не химически чистая вода, как настойчиво подчеркивал В. И. Вернадский, — благодаря растворенным в ней кислороду и углекислоте является могучим химическим деятелем, и огромная роль ее в жизни географической оболочки общеизвестна.

Воздух представляет собой смесь газов; средний состав воздуха (чистого, лишённого минеральной пыли и влаги) на уровне моря одинаков во всех районах земного шара.

Почва — после работ В. В. Докучаева и ряда других почвоведов всеми признается за самостоятельное природное тело, возникшее на дневной поверхности горных пород под влиянием многочисленных внешних факторов. Среди этих факторов наиважнейшее значение принадлежит живым организмам, почва буквально насыщена бесчисленными живыми существами. По этой последней причине следует считать ошибочными появившиеся в многочисленных статьях сообщения о том, что на Землю доставлены образцы лунной почвы. Почвы на Луне нет, и наряду с обломками горных пород на Землю были доставлены образцы лунного грунта, а это далеко не то же самое, что почва.

Растительность — совокупность всех растительных организмов; ее основная функция — превращение солнечной энергии в земную, созидание органического вещества из неорганического.

Животные — совокупность животных организмов; ни одно из животных неспособно к самостоятельному синтезу органических веществ, и все они живут за счет растительности (образуется пищевая «цепь»: растительноядные животные, хищники, поедатели трупов).

Грибы — совокупность грибных организмов, низших и высших (известно более 70 тысяч видов). Основная их жизненная функция (грибы не имеют хлорофилла) — в разложении и последующей минерализации органических веществ (в этом близки с бактериями)<sup>1</sup>.

Большинство естествоиспытателей относит бактерии к растениям. Однако бактерии очень сложная группа живых существ; одни из них генетически близки грибам, другие — сине-зеленым водорослям, третьи — одноклеточным животным. Функция бактерий в жизни географической оболочки, в биогенном круговороте веществ оригинальна и совершенно несходна с функцией растительности. Бактерии замыкают биогенный круговорот, окончательно разлагают отмершие растительные и животные организмы, завершая таким образом «работу» трупоядных животных. Следовательно, и по смешанному происхождению, и (главное) по своей «жизненной» функции они занимают особое место в системе природы, играют особую роль в процессах, протекающих в географической оболочке. Их надо рассматривать как самостоятельное третье «царство» живых существ наряду с растительностью и животными.

Солнечная радиация — энергетический компонент. Обычно физико-географы рассматривают ее, если так можно вы-

---

<sup>1</sup> О месте грибов в природе см., в частности: А. Л. Тахтаджян, «Четыре царства органического мира». «Природа», 1973, № 2.

разиться, «в чистом виде», тогда как все остальные компоненты явно «вещественны», материальны; поэтому будто бы и нельзя включать солнечную радиацию в число компонентов. В последнее время это положение физико-географами в целом пересматривается и категорические высказывания встречаются редко. В самом деле, даже из школьных курсов физики известно, что солнечная радиация, состоящая из фотонов, тоже материальна (выше приводились цифры, характеризующие потерю Солнцем массы в единицу времени путем излучения), что она имеет корпускулярные свойства и корпускулы обладают массой; фотону, или световому кванту, как и любой другой материальной частице, присущи различные динамические характеристики, например момент количества движения. Значит, солнечную радиацию следует рассматривать не только как «энергию», но и как «материю», «льющуюся» на Землю.

Таким образом, солнечная радиация действительно входит в число компонентов географической оболочки, но компонент этот очень своеобразный, энергетический. Представляется, что предыдущие страницы достаточно полно характеризуют его в необходимых для нашей работы целях.

Итак, компоненты, в самом широком смысле слова, это определенные формы материи, слагающие географическую оболочку. Под элементами же их, по предложению автора, следует понимать их составные («элементарные») единицы. Если растительность, животные, бактерии, почвы, горные породы и т. п. — компоненты географической оболочки, то элементами ее соответственно будут виды растений, виды животных, бактерий, почвенные разности, минералы и т. п. В этом смысле в географической оболочке всюду присутствуют элементы лито-, гидро-, атмос- и биосферы (минеральные частицы и растворенные газы в абиссальной толще океана, бактерии в стратосфере, пыль — минеральная в данном случае, см. ниже), и в этом один из признаков единства географической оболочки. Но компоненты в разных частях географической оболочки сочетаются по-разному, и не всюду имеется полный их набор.

Заканчивая эту тему (имеются в виду компоненты и элементы), необходимо сделать особую оговорку относительно рельефа. В географической литературе, особенно в различного рода учебных пособиях по географии, в учебниках при определении ландшафта или природного района, при описании материков — во всех этих случаях о рельефе говорится как о чем-то самостоятельном и важном среди прочих свойств той или иной части географической оболочки. Все это совершенно правильно.

Но правильно и то, что рельефа не оказалось среди компонентов географической оболочки. Дело в том, что компоненты географической оболочки выделяются по вещественным, материальным признакам. В этом плане отделить рельеф от горных пород

невозможно, нет двух таких веществ — «рельеф» и «горные породы». В данном случае бесполезно обратиться к Краткой географической энциклопедии, к статье «Рельеф», написанной крупнейшим советским геоморфологом И. С. Щукиным<sup>1</sup>.

«Рельеф в геоморфологии, — пишет он, — совокупность форм (в этом случае выделено мной, в остальных — И. С. Щукиным. — И. З.) земной поверхности разных масштабов, слагающихся из многократно повторяющихся и чередующихся между собой элементарных форм. Формы рельефа могут быть положительными, т. е. выпуклыми, относительно приподнятыми (отдельные холмы, гряды, горные хребты), или отрицательными (замкнутые впадины, линейно вытянутые речные долины, ледниковые цирки и пр.)» (1962, т. 3, стр. 349).

Таким образом, рельеф, в сущности, это те формы, которые принимает литосфера на границе с атмосферой или гидросферой, причем сами формы зависят от множества факторов (в том числе и от особенностей горных пород).

Поэтому в дальнейшем мы будем понимать горные породы и рельеф в единстве, имея в виду, что любое вещество всегда принимает те или иные формы. Растительность, например, как компонент тоже принимает разные формы (травы, кустарник).

Однако во многих случаях именно форма (т. е. рельеф), а не вещество (т. е. горная порода) оказывает огромное влияние на физико-географические процессы; в тех случаях, когда рельеф выступает главным образом как механический распределитель тепла (что приводит, например, к высотной поясности), влаги и т. п., тогда методически, при анализе и описаниях, допустимо условное выделение его в нечто самостоятельное, существующее наряду с прочими компонентами; точнее, при таком подходе речь идет о том же компоненте, но внимание сосредоточивается не на веществе, а на внешней форме, обусловленной и самим веществом, и воздействием множества внешних факторов.

Несколько слов о двух точках зрения на своеобразие природных комплексов. Латинское слово «комплекс» в буквальном переводе означает «сплетение» и довольно точно передает сущность самого понятия: под комплексом всегда понимается не механическое случайное соединение разнородных явлений, а их сложная совокупность, объединенная глубокими внутренними связями и общими закономерностями. Но если в конкретный природный

---

<sup>1</sup> Щукин, Иван Семенович (р. 1885) — советский физико-географ и геоморфолог, доктор географических наук. Вел исследования преимущественно на Кавказе и в Средней Азии. Основные работы посвящены региональной и общей геоморфологии, теоретическим вопросам физической географии и палеогеографии. Автор широко известных монографий «Общая морфология суши» (т. 1—2, 1934—1938) и «Общая геоморфология» (т. 1—2, 1960—1964), а также ряда других книг.

комплекс объединяются только те формы материи, между которыми устанавливаются органические внутренние связи, то очевидно, что в каждый природный комплекс входит строго определенное количество взаимодействующих компонентов; именно набор компонентов, слагающих тот или иной комплекс, и придает ему качественное своеобразие, отличает его от других комплексов. Таким образом, природным комплексом, по мнению автора, логично считать такие природные группировки, в которые входит строго определенное число компонентов, находящихся во внутренней органической взаимосвязи.

Именно этот принцип и был использован автором при выделении структурных частей географической оболочки.

Но имеется другая точка зрения, согласно которой в пределах географической оболочки природные комплексы отличаются друг от друга не набором компонентов, а их количественным соотношением. Скажем, даже в глубинах океана в морской воде имеются механические примеси; их очень мало, но все равно это горные породы, и значит, все дело в количественном соотношении. Как видно, исследователи, придерживающиеся этой точки зрения, не разделяют природные явления на компоненты и элементы, а элементы любого компонента (например, газы воздуха в толще океана или отдельные зеленые водоросли на глубине километра или даже больше) действительно могут встречаться в любой части географической оболочки.

Повторяю, в этой работе я не буду оспаривать точку зрения на природный комплекс, противоположную моей, и воздержусь от каких-либо комментариев.

Но я должен был сообщить о ней читателям.

А теперь перейдем непосредственно к географическим комплексам.

Если с только что изложенных позиций рассмотреть географическую оболочку в целом, то в пределах ее без труда можно выделить семь основных географических комплексов.

Всю Землю опоясывает климатический (тропосфера) комплекс (1); океан расчленяется на три географических комплекса: океанический (2), или верхняя часть океана, — зона активного фотосинтеза, в которой водоросли энергично усваивают солнечную радиацию (подробные характеристики географических комплексов будут даны ниже); абиссальный (3), практически лишенный зеленых аккумуляторов солнечной энергии, и донно-океанический (4). На поверхности материков и островов расположен ландшафтный комплекс (5), а под ним — литосферный (6); в некоторых районах земного шара (полярных) выделяется ледниковый (7) комплекс.

При описании географических комплексов мне представляется целесообразным воспользоваться тем же порядком, что и при перечислении их.

Итак, начнём с климатического географического комплекса.

Мне хотелось бы начать с довольно широко известной приметы: «Если солнце село в тучу — берегись, получишь бучу», т. е. погода испортится.

Но почему? И всюду ли?

Вообще о тропосфере, да и об атмосфере в целом, можно рассказать множество любопытнейших подробностей, вовсе не противопоставленных и учебным пособиям (не только научно-популярным изданиям). Кроме того, пожалуй, ничто на земном шаре не бросается столь же очевидно в глаза даже самым непросвещённым людям, как все, что связано с погодой, — и в течение суток, и по месяцам, и по годам.

Но в данном случае автор все-таки ограничен рамками поставленной задачи: рассказать о предмете исследования физической географии, о географической оболочке, и поэтому в дальнейшем будет говориться о климатическом комплексе с этих позиций. Он будет рассмотрен прежде всего как часть географической оболочки.

В формировании климатического комплекса принимают участие воздух, солнечная радиация, вода (в газообразном и жидком состоянии) и минеральная пыль.

Основной компонент климатического комплекса, тропосферы, — воздух. Средний состав чистого, лишённого влаги и минеральной пыли воздуха на уровне моря почти одинаков для любого района земного шара. По объёму в воздухе содержится 78,08% азота, 20,9% кислорода, 0,93% аргона, 0,03% углекислого газа, 0,0005% гелия и некоторые другие газы.

Означает ли это, что нижняя оболочка атмосферы — тропосфера, или климатический комплекс, — повсюду однородна?

Нет, было бы глубочайшим заблуждением заключить, что если средний состав воздуха (за исключением, допустим, промышленных районов или районов активной вулканической деятельности) повсюду одинаков, то и свойства климатического природного комплекса по всему земному шару остаются неизменными.

Они изменяются, и изменяются от места к месту очень сильно, потому что тропосфера — это не просто воздух, это прежде всего природный (климатический) комплекс. Важнейшие особенности тропосферы как в пространстве, так и во времени зависят от того, что в действительности к чистому воздуху всегда в том или ином количестве примешивается влага (в виде водяного пара, мелких капель воды, кристалликов льда, в воздухе вода есть даже над пустынями), минеральная пыль (частицы горных пород, почвы, а над океанами преимущественно морская соль — она все время поступает в атмосферу, особенно во время штормов), и от того, что воздух всегда содержит запасы тепла, хотя



в периоды полярной ночи атмосфера и не пронизывается непосредственно солнечными лучами. (По поводу последнего замечания — существует меридиональный перенос тепла и влаги, т. е. от экватора к полюсам, хотя и не он определяет погоду.)

Содержащиеся в воздухе водяные пары повышают его теплоемкость. Это во-первых. Во-вторых, теплоемкость водяного пара (0,477) в два раза больше теплоемкости сухого воздуха (0,238). А это означает, что запасы тепла в воздухе зависят в какой-то степени и от его влажности (зимой морской или океанический воздух всегда приносит с собой тепло, поэтому, между прочим, характерны «гнилые» зимы для Ленинграда, например). В то же время от запасов тепла, от температуры воздуха зависит влагоемкость воздуха, т. е. то количество влаги, которое он способен в себя «вобрать»: теплый воздух способен «вобрать» в себя больше влаги, чем холодный. Эти сложные, «перекрещивающиеся» взаимовлияния чрезвычайно важны, ими во многом объясняется климатический режим земного шара.

Заметную роль в климатическом комплексе, тропосфере, играет запыленность. С ней связано такое физическое свойство воздуха, как прозрачность. Для литосферы обычен отрицательный электрический заряд; его же сохраняет и минеральная пыль в атмосфере. Вода же имеет положительный заряд, и при насыщении воздуха влагой пылинки играют роль ядер конденсации — способствуют образованию сначала облаков, а потом и осадков.

Кажется, впервые в очерке о климатическом комплексе были названы облака... Но они, быть может, самый заметный и характерный штрих тропосферы. И конечно же, они яснее видны из космоса. Наблюдения над облаками заимствованы из дневников трагически погибшего космонавта В. Н. Волкова:

«Облака... Не знаю, может быть метеорологи имеют классификацию их всех. Я бы за это дело не взялся. Уж слишком их много. Начиная от самых маленьких белых точек, бросающих на водную поверхность тень большую, чем они сами, до громадных белых массивов, тянувшихся, подобно вечным снегам, на многие сотни километров.

То они тянутся тонкой дымкой, то, подобно Млечному Пути, соберутся в мощный спиральной формы виток. Это уже опасно. Это циклон.

Есть поверхности облаков, напоминающие мелкий овечий каракуль, и цвет у них несколько темнее, чем у других. К горизонту они уходят, подобно следу в океане, который оставляет за собой быстро идущий катер.

Тени, которые оставляют облака в океане, как правило, темного цвета и смотрятся как продолжение своих белых оснований.

Есть обычные скопления, похожие на темные соты, такие же плотные и удивительно ровные.

...В северных широтах облака особенно плотно покрывают поверхность, а если где и пробивается голубой след океана, то он на этом фоне выглядит, как след ледокола при прокладке пути. И вот сколько бы ни смотрел — полная ассоциация со снегами. Даже трудно представить, что это облака. А вот сейчас облака растянуло. Мы в широтах, близких к экватору. Здесь преимущественно мелкие облака, тянущиеся над водной поверхностью длинными цепочками, как грядки овощей. Иногда эти ряды сбиваются на глубоком фоне, и получается скопление мелких белых барашков... Но мелкие барашки чередуются и с более крупными скоплениями облаков»<sup>1</sup>.

С физико-географической точки зрения особенно важно то, что и влажность, и запыленность воздуха в различных местах земного шара не одинаковы (тут мы вновь возвращаемся к стержню нашего разговора о климатическом комплексе). Например, над океанами в воздухе больше влаги, чем минеральной пыли, а над пустынями — наоборот. А это наряду с неравномерным распределением тепла (моря и океаны — аккумуляторы тепла) приводит к неоднородности климатического комплекса, к различиям в свойствах отдельных ее частей. В конечном итоге получается так, что в тропосфере, в этой чрезвычайно подвижной воздушной оболочке, имеются массы воздуха со своими особыми свойствами.

Их так и называют — воздушные массы. Воздушная масса (ведь мы всегда что-то разграничиваем даже при житейском анализе окружающей обстановки) является основной объемной единицей климатического природного комплекса (с этим понятием — «основная единица» того-то — в сфере естественных географических наук, конечно, нам еще неоднократно придется встретиться).

Вот как определяет воздушные массы известный советский климатолог С. П. Хромов<sup>2</sup>. Воздушные массы, пишет он, это «обширные и более или менее обособленные части нижнего основного слоя атмосферы — тропосферы, размеры которых соизмеримы с частями материков и океанов, перемещающихся как одно целое в одном из течений атмосферы и обладающие достаточной однородностью свойств. Это значит, что температура, влажность и запыленность воздуха в пределах воздушных масс меняются в горизонтальном направлении достаточно медленно (имеют малые горизонтальные градиенты) и можно установить некоторые пределы значений для каждой из этих

<sup>1</sup> «Комсомольская правда» от 9 января 1972 г.

<sup>2</sup> Хромов, Сергей Петрович (р. 1904) — советский метеоролог и климатолог. Доктор географических наук. Исследования вел на территории Советского Союза, был участником одной из антарктических экспедиций. Основные работы посвящены синоптической метеорологии, им опубликован «Метеорологический словарь» (в соавторстве).

величин, характерные для всей воздушной массы в целом. Другие метеорологические элементы, облачность и осадки, обладают в воздушной массе определенными качественными особенностями, отличающими массу данного типа от масс других типов. Каждая воздушная масса резко отличается по своим свойствам от соседних воздушных масс»<sup>1</sup>.

Границы между воздушными массами чаще всего четко выражены и представляют собой сравнительно узкие переходные зоны, но могут быть и расплывчатыми.

Первоначальные свойства воздушных масс зависят от тех районов, в которых они сформировались, их называют очагами формирования.

Если бы каждая воздушная масса оставалась постоянно в том районе, где она возникла, то погода на земном шаре хоть и изменялась бы от места к месту, но зато в каждой стране в один и тот же сезон была бы почти всегда одинаковой.

Но воздушные массы постоянно перемещаются, и как раз с их перемещением и связано изменение погоды, которое всем заметно; иначе говоря, тропосфера находится в постоянном движении, и именно поэтому даже в течение одного дня то светит солнце, то идут дожди.

В климатологии — науке, изучающей климатический природный комплекс, разработана географическая классификация воздушных масс, в основу которой положено место их происхождения. Так, выделяются четыре основных типа воздушных масс:

1) арктические воздушные массы (для южного полушария, соответственно антарктические);

2) «полярные», или, точнее, воздух, умеренных широт;

3) тропические;

4) экваториальные.

Все воздушные массы, кроме того, подразделяются на континентальные и морские.

В эту классификацию при детальных исследованиях вносятся уточнения с указанием конкретного района, в котором возникла воздушная масса (например, гренландский арктический воздух и т. п.).

В тропосфере в целом выделяются еще — по преобладающим воздушным массам, по характеру их циркуляции климатические зоны.

Выдающийся советский климатолог Б. П. Алисов<sup>2</sup> насчитывает их семь:

---

<sup>1</sup> БСЭ, изд. 2, т. 8.

<sup>2</sup> Алисов, Борис Павлович (1891—1972) — советский климатолог, доктор географических наук. Основные работы посвящены географической классификации климатов земного шара и климатическому районированию. Автор книг «Климатические области зарубежных стран» (1950), «Климат СССР» (1956) и учебных пособий.

- 1) зона экваториального воздуха;
- 2) зона экваториальных муссонов;
- 3) зона тропического воздуха;
- 4) зона субтропиков;
- 5) зона воздуха умеренных широт;
- 6) зона субарктическая (субантарктическая в южном полушарии);
- 7) зона арктического (антарктического) воздуха.

А теперь пора попытаться ответить на вопрос, почему же, «если солнце село в тучу, — берегись...»

Дело в том, что воздушные массы, несмотря на их подвижность, в движении своем в общем подчиняются определенным законам, климатический комплекс весь охвачен единой воздушной циркуляцией. Скажем, на такие города, как Москва, Ленинград, Таллин, Рига, Калуга, Смоленск, Новгород, короче говоря, на любой из городов, расположенных в северо-западных районах Советского Союза чаще всего наползают воздушные массы с запада.

Но чтобы понять причину этого постоянства, необходимо совершить мысленное путешествие к экватору. Известно, что на экваторе, в отличие от более северных или южных широт, солнечные лучи почти всегда падают отвесно и, следовательно, приносят больше всего тепла в приэкваториальную зону. Солнечными лучами интенсивно нагревается и земля, и вода, а от подстилающей поверхности — воздух.

Нагретый воздух (чем теплее воздух, тем выше его влагоемкость) «вбирает» большое количество влаги, расширяется и поднимается вверх, причем солнце изо дня в день гонит и гонит вверх все новые и новые массы воздуха. Наверху воздух остывает, а холодный воздух, как уже говорилось, обладает меньшей влагоемкостью, чем теплый, и поэтому излишки влаги выпадают: утро в приэкваториальных районах почти всегда бывает ясным, но зато пополудни почти регулярно идут так называемые зенитальные дожди (солнце в зените) — это охлаждается и отдает излишки влаги очередная «порция» воздуха.

Скапливаясь на большой высоте, несколько охлажденный и подсушенный воздух начинает растекаться на север и на юг от экватора, а в верхних частях тропосферы образуются постоянные воздушные течения, которые в климатологии называются антипассатами.

Антипассаты устремляются прямо на север или на юг, но тут в действие вступает закон, который уже упоминался и очень характерен для географической оболочки, — это закон

Кориолиса, названный так в честь французского ученого-механика Густава Гаспара Кориолиса (1792—1843). Сущность закона такова: под влиянием вращения Земли всякое движущееся тело отклоняется относительно направления своего движения в северном полушарии вправо, а в южном полушарии — влево.

Следовательно, и дующие на север антипассаты тоже отклоняются вправо и около  $30^\circ$  северной широты «загибаются» так сильно, что воздух начинает перемещаться уже не в северном направлении, а в восточном и опускается к поверхности Земли. Опускаясь, воздух всегда нагревается, а нагреваясь, вбирает в себя все новые и новые запасы влаги. Поэтому там, где воздух опускается, осадки почти никогда не выпадают, и в таких районах земного шара располагаются пустыни. Так, на севере Африки, где опускается антипассат, расположена одна из величайших пустынь мира — Сахара.

Льющийся сверху воздушный поток, достигая земной поверхности, вновь делится надвое и растекается в разные стороны: на юг и на север. Южный поток отправляется обратно к экватору, но уже не поверху, а понизу. Этот-то воздушный поток и называется пассатом. Поскольку солнечные лучи в приэкваториальной зоне непрерывно поднимают вверх воздух, как бы опустошая поверхность суши или океана, лишая ее воздуха, то хотя, конечно, пустота там не образуется, но «тяга» получается очень сильная. Именно поэтому пассаты — самые постоянные ветры на земном шаре: они могут быть слабее или сильнее, они могут смещаться в географическом смысле (к северу или к югу в зависимости от положения солнца), но дуют они практически непрерывно. Кстати, это прекрасно знали капитаны парусных кораблей. Направляясь из Европы в Америку, они выбирали не прямой путь. Они спускались к югу, к берегам Африки, «ловили» пассат и потом уже плыли к Америке. Путь этот казался таким легким, что получил название «дамской дороги» — ветры дули непрерывно и в нужном направлении.

Второй поток воздуха, в отличие от пассата, направляется на север. К северу от зоны опускания антипассата нет области с такой же силой тяги, как приэкваториальная полоса, и ветры, дующие в сторону, противоположную пассатам, не отличаются таким же постоянством, но в осредненном варианте придерживаются одного направления.

Второй поток, южный ветер, ибо он дует с юга (ветер характеризуется не тем, куда он дует, а тем, откуда он дует), также постепенно отклоняется вправо и становится юго-западным, а затем и западным.

Москва, Ленинград, Рига, Таллин и другие названные выше города и находятся как раз там, где воздушный поток (воздуш-

ные массы) принимает западное направление. Поэтому и говорят, что Европейская часть СССР расположена в области, где в климатическом отношении преобладает западная циркуляция воздушных масс.

Но что расположено к западу от этих районов?..

Атлантический океан... Следовательно, к жителям северо-западных районов СССР приходят морские воздушные массы умеренных широт. Они формируются над теплым океаном и поэтому богаты влагой. Попадая на сушу, они постепенно остывают, и тогда начинает идти дождь или выпадать снег.

Солнце, как известно, заходит на западе; с запада же идут к нам богатые влагой, с тучами и облаками, морские воздушные массы. И если солнце опускается в тучу, значит, они уже близки, значит, завтра там, где вы живете, будет плохая погода — пойдет дождь или снег... Вот и ответ на поставленный в самом начале рассказа о климатическом комплексе вопрос...

Но всюду ли это бывает так?

Нет, и это необходимо четко оговорить.

...Если над океаном, там, где дуют северо-восточные пассаты, перед заходом солнца покажется на западе туча, то это совсем не означает, что завтра будет плохая погода: пассат унесет ее в противоположную сторону.

Точно так же могут не бояться плохого заката жители Владивостока: западные ветры, дующие с материка, там сухие, а дожди и непогоду приносят восточные или юго-восточные ветры, дующие с океана.

Климатический природный комплекс, или тропосферу, как уже отмечалось, изучает географическая наука климатология. Кроме того, ее изучают геофизические дисциплины, такие, как метеорология. У них разные задачи, но каждая по-своему познает эту своеобразную и сложную часть географической оболочки.

Выше уже говорилось, что Мировой океан расчленяется на три географических комплекса, но сначала несколько слов об океане вообще (попутно заметим, что комплексы, аналогичные океаническому, абиссальному и донно-океаническому, могут быть выделены и в глубоководных озерах, например в Байкале, Танганьике и т. п.).

Общеизвестны следующие фактические данные: 1) Мировой океан непрерывен, и из одной ее части можно попасть в любую другую; 2) во всех морях и океанах вода в среднем держится на одном уровне, и поэтому высоты на суше исчисляются от «уровня моря»; 3) весь океан охвачен сложной системой морских течений.

Менее известно, что в океане выделяются водные массы, — учение о них возникло и развилось сравнительно недавно.

В любой части Мирового океана соотношение морских солей в воде всегда одинаково, а вот общее количество их может резко изменяться. Например, в воде Черного моря содержится почти в два раза меньше соли, чем в воде Атлантического океана: соленость Черного моря 18‰, а Атлантического, так же как большинства других морей и океанов, — 35‰. Естественно, что нагревается вода в разных частях Мирового океана неодинаково. В холодной воде всегда содержится больше растворенных газов, чем в теплой; в частности, в холодной воде всегда больше кислорода, а от этого зависит насыщенность водных масс живыми организмами. Большинство видов животных организмов обитает в теплых водах, но зато в количественном отношении богаче холодные воды.

Водные массы и отличаются друг от друга температурой, соленостью (а следовательно, плотностью), газовым режимом, составом животного и растительного мира. В принципе водные массы сходны с воздушными массами — они тоже основные объемные единицы, но, понятно, не в тропосфере, а в океане. Сформировавшись в определенном районе, они затем движутся как единое целое. Их гонят ветры, они перемещаются сами, потому что холодная вода плотнее, тяжелее теплой, и нередко водные массы оказываются очень далеко от тех районов, где они возникли. Так, в придонных горизонтах Северного Ледовитого океана исследователи постоянно обнаруживают атлантические водные массы.

А между тем установлено, что образуются водные массы почти всегда в верхних горизонтах океана и лишь затем опускаются в глубину.

Океан в «разрезе» можно представить себе (это несколько вольное, но точное сравнение) в виде буханки черного хлеба, намазанного тонким слоем масла.

Тонкий верхний горизонт — светлый. Это и есть океанический географический комплекс, или, как принято называть его в гидробиологии, зона фотосинтеза. Ниже, в среднем на 4 км, простирается неосвещенная, «черная» часть океана. В океанический комплекс входят в качестве компонентов прежде всего, конечно, вода, а также солнечная радиация и воздух, растительность, животные и бактерии.

К океаническому комплексу вполне подходит пословица: «Мал золотник, да дорог»: тонкий верхний горизонт океана кормит весь остальной океан, да и не только океан.

В свойствах этого комплекса и следует разобраться. Если иметь в виду океан в целом, то основная его особенность заключается в том, что весь он пронизан солнечными лучами. Солнечные лучи, падающие на поверхность морей и океанов, частично отражаются обратно в атмосферу, но большая часть их проникает в воду. Однако проникнуть очень глубоко они не

могут, потому что вода поглощает их. Чем отвеснее падают лучи, тем дальше удастся им проникнуть в океан. Отдельные признаки света при долгой выдержке фотографическая пластинка отмечает даже на глубинах около километра, но все-таки практически солнечные лучи не проникают глубже 200 м.

Что значит «практически», если слабые отблески солнечного света фиксируются на больших глубинах?

В данном случае физико-географы, океанологи, гидробиологи обладают одним очень убедительным критерием. Глубже 150—200 м прекращается процесс фотосинтеза, и поэтому глубже нет зеленых растений. Глубже этой зоны те крохи солнечного света, которые еще проникают в воду, уже не позволяют живым организмам созидать органическое вещество из неорганического. Вот почему на глубине примерно 200 м и проводят нижнюю границу океанического комплекса.

Следует также отметить, что океанический комплекс насыщен воздухом, а ниже имеются лишь растворенные в воде отдельные газы.

Дело в том, что в результате непосредственного перемещения воды и воздуха (особенно при штормах, в полосе прибоя и т. п.) в верхние горизонты морей и океанов проникает множество пузырьков воздуха. Установлено, что сухой воздух проникает в воду в четыре раза медленнее, чем влажный, а так как нижние слои тропосферы над океанами всегда содержат значительное количество влаги, то аэрация воды протекает сравнительно быстро. Проникая в воду, воздух постепенно изменяет свой состав, растворяется, некоторые его газы (углекислый, например) вступают в соединение с водой. В горизонты, лежащие глубже, проникают лишь отдельные растворенные газы воздуха. В зоне фотосинтеза отмечается избыток кислорода, ниже — его недостаток, и обилие кислорода служит еще одним существенным признаком океанического комплекса.

Небезынтересно отметить, что нижняя граница океанического комплекса нередко «подчеркивается» так называемым призрачным или ложным дном. Зона фотосинтеза обычно плотно заселена и растительными и животными организмами, но особенно много мелких морских животных, различных рачков собирается у нижней границы фотосинтеза — там они подбирают все, что опускается к ним из верхней зоны. Скопления рачков бывают настолько плотными, что звуковые волны, посылаемые эхолотами с кораблей для измерения глубин, фиксируют их и даже частично отражаются как от «настоящего» дна. Поэтому и называют это явление призрачным или ложным дном.

Несмотря на то что для океанического комплекса характерна большая подвижность воды, океанический комплекс с юга



на север подразделяется на географические зоны. В каждом полушарии их выделяется по четыре (есть расхождения в терминологии, но в данном случае это несущественно):

- 1) тропическая зона;
- 2) умеренная зона;
- 3) бореальная зона;
- 4) арктическая зона (в южном полушарии антарктическая).

Вообще же в основу современного районирования Мирового океана положен комплексный метод (учитываются самые различные факторы), и океанология, исторически пришедшая на смену океанографии, ныне развивается как наука комплексная, всесторонне изучающая океан.

Глубже океанического комплекса расположен абиссальный географический комплекс. Он простирается от нижней границы зоны фотосинтеза почти до самого дна океана — это самый мощный комплекс в океане. Кроме основного компонента — воды, в абиссальном комплексе имеются еще (всего!) два компонента: животные и бактерии.

В пределах абиссального комплекса царит вечный, почти ничем не нарушаемый мрак. Лишь изредка в полной темноте вспыхивают холодные огоньки — это проплывают какие-то таинственные глубоководные рыбы или каракатица, спасаясь от преследователей, выбросит, чтобы ослепить врага, яркую струю и скроется, а в зоне фотосинтеза, где светло, каракатица выбрасывает темную жидкость...

Лишь в последние годы благодаря крупным океанологическим работам исследователям удалось приподнять завесу тайн над глубинами океана и заложить основы нового раздела океанологии — абиссологии.

Что же известно нам об абиссальной зоне океана?

Если иметь в виду абиссальный комплекс в целом, то водная толща его отличается инертностью, малоподвижностью, хотя местами и обнаружены довольно быстрые глубинные течения; кроме того, абиссальный комплекс весь охвачен медленным движением в широтном направлении и по вертикали. Этой, особенно вертикальной, циркуляции принадлежит большая роль в перераспределении различных веществ: если бы не было вертикальной циркуляции, то все нитраты и фосфаты, необходимые водорослям, постепенно «выпали» бы из зоны фотосинтеза и там не смог бы развиваться фитопланктон и, значит, вообще очень резко изменились бы природные условия верхнего океанического комплекса.

В пределах абиссального комплекса живут рыбы, почти исключительно хищные (длиннохвост, рыба-питка, удильщик, галатеотума и многие другие, необычные по форме, с непривычно звучащими названиями). Почти повсюду сравнительно многочисленны ракообразные. Вообще же «плотность жизни» в

абиссали невелика (не хватает питания) и уменьшается с глубиной, потому что сбитатели верхних горизонтов перехватывают все, что успевают, и жителям самых нижних и самых темных «этажей» достаются лишь остатки пищи. Так, с глубины 1000 м до глубины 6000 м количество планктона на кубический метр воды понижается с 200—300 мг до 4,5 мг, а глубже оно еще меньше.

Живые организмы в пределах абиссали действительно существуют глазным образом за счет «дождя трупов» — органического вещества, поступающего из зоны фотосинтеза. Но есть и другие источники питания. Большое значение для питания глубоководных животных имеют вертикальные миграции планктонных организмов и рыб: они опускаются из верхних горизонтов океана в нижние (на сотни, даже тысячу метров), потом поднимаются обратно и, естественно, во время этих странствий становятся добычей хищников.

В пределах абиссали господствует огромное давление, накладывающее отпечаток и на свойства воды (например, при увеличении давления возрастает способность воды растворять некоторые вещества), и на животных. Только глубоководные животные способны выдерживать давление океанических глубин, но зато они обычно гибнут при уменьшении давления: глубоководных рыб, как правило, разрывает, они в буквальном смысле слова лопаются, когда их вытаскивают на палубу корабля. Поэтому состав органического мира океанических глубин заметно отличается от состава органического мира мелководных частей морей и океанов: в общем он беднее, но характеризуется своеобразными видами. В частности, имеются особые группы бактерий, которые получили название барофильные: они приспособились к колоссальному давлению и живут только на больших глубинах. Малоподвижность воды привела к тому, что у многих видов животных образовались длинные, очень чувствительные усы — «антенны». Эти усы улавливают малейшие колебания воды и подают сигнал либо к бегству, либо, наоборот, к нападению. Много в пределах абиссали и светящихся животных.

Но было бы неверно думать, что вся абиссальная толща совершенно однородна. Нет, сверху вниз она может быть подразделена по крайней мере на три части. Так, в верхней части (до глубины 2000 м), куда еще проникают отдельные элементы солнечной радиации, преобладают мелкие веслоногие ракообразные, а ниже (до глубины 6000 м) — крупные ракообразные: креветки, гаммариды, эвфаузииды. Животные, населяющие эти глубины, окрашены преимущественно в красный цвет. Фауна сверхокеанических глубин (более 6000 м) отличается не только по составу, но и по окраске животных. Они окрашены в серые, грязновато-белые тона или вообще бесцветны.

Температура воды в пределах абиссального комплекса низкая — в среднем  $+2^{\circ}$ .

Сложен газовый режим абиссали. Содержание кислорода там ниже, чем в зоне фотосинтеза, и это понятно. Однако любопытно, что на глубине около километра располагается почти совершенно бескислородный горизонт, а глубже количество кислорода вновь увеличивается.

Причина этого своеобразного явления в структуре абиссали пока не выяснена.

До сих пор при описании океана мы как бы «парили» в воде, не опускаясь на дно, а ведь дно морей и океанов — это очень своеобразный участок географической оболочки, изучение которого составляет ближайшую задачу и геологии моря, и, конечно, абиссологии. Сколь превратны были наши представления об океаническом дне, можно судить хотя бы по тому, что до сравнительно недавнего времени ученые были уверены, что океаническое дно ровное, плоское, а оно оказалось почти таким же изрезанным, расчлененным, как и поверхность суши!

Дно океанов и морей как бы выстлано еще одним комплексом — донно-океаническим географическим комплексом. По составу он сложнее, чем абиссальный: образуют его, кроме воды, животных и бактерий, еще илы и горные породы.

В. И. Вернадский, работы которого уже упоминались в этой книге, в свое время писал: «Для точного познания океанской воды надо для каждого места в Океане знать химический состав следующих тел, начиная сверху:

- 1) химический состав общей массы воды Океана от его поверхности до донной воды — вода Океана,
- 2) химический состав нижних слоев воды Океана, прилегающих к его дну, — донная вода Океана,
- 3) химический состав воды, проникающей морские осадки (илы), — иловая вода Океана»<sup>1</sup>.

Итак, уже давно предполагается, что вода, входящая в качестве компонента в донно-океанический комплекс (донная и иловая вода), отличается от основной массы воды в океане, и это сейчас не вызывает сомнений. Кроме того, наряду с обычной водой существует так называемая тяжелая вода — химическое соединение, очень, сильно отличающееся от обычной воды (ее формула  $\text{H}_2^{2}\text{O}$ ) и способное оказывать отрицательное воздействие на жизнь; тяжелая вода тоже сосредоточивается в глубинных частях водоемов, т. е. в пределах донно-океанического комплекса.

---

<sup>1</sup> В. И. Вернадский. Биогеохимические очерки, 1940, стр. 230; статья написана в 1932 г.

В придонных горизонтах океана живут рыбы, в процессе своей жизнедеятельности непосредственно связанные с дном; на поверхности илов обитают своеобразные животные — бесцветные, с приспособлениями для того, чтобы удерживаться на жидких и вязких илах. Толща илов населена животными-илоедцами и бактериями. Все животные, населяющие глубины более двух километров, живут в осмосе с внешней средой, т. е. имеют проницаемую кожу, и давления для них как бы не существует. На глубинах, превышающих даже 10 000 м, обнаружены голотурии, актинии, морские анемоны, многощетинковые черви (полихеты), некоторые виды моллюсков, ракообразные: сравнительно недавно была открыта своеобразная, близкая к хордовым группам животных — погонофоры. На тех же глубинах в Филиппинской впадине, например, в одном грамме сырого грунта содержатся сотни тысяч и даже миллионы бактерий. Это позволяет заключить, что при незначительной общей массе животных (вероятно, около грамма на квадратный метр) бактерии грунта являются значительной кормовой базой для илоедов.

В общем же глубоководные участки донно-океанического комплекса бедны жизнью. По данным Л. А. Зенкевича<sup>1</sup>, у побережий плотность бентоса достигает на квадратном метре нескольких килограммов, а с глубиной падает до 100, 50, 10 и меньше килограммов на метр квадратный, т. е. уменьшается в миллион раз.

Колебания в биомассе планктона значительно меньше и изменяются соответственно от нескольких граммов до долей миллиграммов, т. е. только в десять тысяч раз.

Дно океанов, разумеется, неоднородно, и по целому ряду признаков можно произвести его районирование. Например, в связи с изменением природных условий с глубиной в океанах выделяются три глубинные зоны:

- 1) сублиторальная (материковая отмель, до 200 м);
- 2) батиальная (материковый склон, до 2000 м);
- 3) абиссальные (до максимальных глубин океана).

При районировании дна океана за единицу принимается донная морская фация. М. В. Кленова<sup>2</sup> определяет морскую

---

<sup>1</sup> Зенкевич, Лев Александрович (1889—1970) — советский гидробиолог и океанолог, академик. Участник и руководитель многих экспедиций в Северный Ледовитый и Тихий океаны. Один из создателей количественного метода изучения морской донной фауны. Автор книг «Фауна и биологическая продуктивность моря» (т. 1—2, 1947—1951), «Моря СССР, их фауна и флора» (1951), «Биология морей СССР» (1963) и др.

<sup>2</sup> Кленова, Мария Васильевна (р. 1898) — советский геолог и океанолог, доктор геолого-минералогических наук. Участница многих морских экспедиций, в том числе арктических и первой антарктической. Основные работы посвящены изучению образования морских осадков. Автор руководства «Геология моря» (1948).

фацию как участок морского дна с одинаковыми физико-географическими условиями, исторически сложившимися в процессе геологического развития водоема, и с одинаковым составом флоры и фауны.

Донно-океанический комплекс играет важную роль в круговороте веществ и занимает своеобразное положение среди других комплексов географической оболочки. Дело в том, что в его пределах органическая материя вновь переводится в неорганическую. Это объясняется особенностями донно-океанического комплекса, в верхних горизонтах которого преобладают окислительные реакции (слой, имеющий кислород), а в нижних — восстановительные (слои, лишенные кислорода). Попадающие в анаэробные условия органические остатки не сгнивают и не превращаются в газы; в этих своеобразных условиях продуктами биохимических процессов являются твердые или коллоидальные тела, постепенно также переходящие в твердые. В результате перемешивания грунта роющими животными граница между окислительной и восстановительной средой постоянно нарушается, в переходном слое биохимические и химические реакции идут в разных направлениях, и это приводит к образованию нестойких, богатых свободной химической энергией тел.

В масштабе всего земного шара процессы, идущие в донно-океаническом комплексе, приводят к огромным скоплениям минералов. По подсчетам В. И. Вернадского, в донно-океаническом комплексе ежегодно отлагаются миллионы тонн карбонатов кальция и магния, кремнезема, водных окислов марганца, сложных фосфатов кальция (фосфориты) и других химических соединений.

Едва только ученые наладили подводное фотографирование дна океанов, как были обнаружены скопления железо-марганцевых конкреций. И не какие-нибудь случайные скопления, а огромные участки дна Тихого, Индийского и Атлантического океанов оказались покрытыми сплошными россыпями руд! Их запасы только на поверхности дна определены в 300—350 млрд. т. Содержание железа и марганца в этих рудах достигает 40—60% и, кроме того, в них содержится кобальт, никель, медь, радиоактивные и различные редкие элементы.

Безусловно, что уже сравнительно недалеко то время, когда эти подводные залежи руды, образовавшиеся в донно-океаническом комплексе, приобретут большое практическое значение (опытная добыча их уже началась в некоторых районах земного шара).

А теперь нам предстоит вернуться на сушу и в нарушение принятого порядка (тому есть причины) мы начнем с природного комплекса, расположенного не вокруг нас (ландшафтного), а «под нами» — литосферного.

Как известно, почти вся жизнь, почти все солнечное тепло сконцентрировано на суше в слое мощностью всего в несколько десятков метров. Ниже расположен литосферный географический комплекс, образующий основную массу материков и частично опускающийся под дно морей и океанов и глубоководных озер.

Если для океана характерно, что он прежде всего «состоит» из воды, то для литосферного комплекса характерно, что он прежде всего сложен горными породами, к которым присоединяются вода, бактерии, а в крупных полостях воздух (в других местах газы) и даже растения и животные, хотя их значение для литосферного комплекса невелико. Сложен весь литосферный комплекс преимущественно осадочными породами, т. е. в первую очередь глинами и глинистыми сланцами, песчаниками, конгломератами, известняками и т. п., но есть также изверженные и метаморфические породы (андезиты, базальты, липариты, кристаллические сланцы, гнейсы, мраморы, кварциты и т. п.).

В количественном отношении по объему среди осадочных пород заметно преобладают глины и глинистые сланцы, затем идут песчаники и известняки. Средний удельный вес горных пород литосферного комплекса 2,5. Давление и температура в пределах его еще таковы, что не вызывают значительных изменений в горных породах, их метаморфизации (метаморфизованные породы поступают в литосферный комплекс из более глубоких слоев земного шара).

Ранее считалось, что только верхние горизонты литосферного комплекса (до глубины 500—700 м) расчленены густой сетью трещин, по которым вглубь проникает вода и воздух. Глубокое бурение заставило в корне пересмотреть эти представления: литосферный комплекс оказался природным явлением, гораздо более сложным, чем думали еще 20—25 лет назад. К числу важнейших открытий следует отнести открытие в недрах литосферного комплекса огромных скоплений пресной и минерализованной воды, условно называемых морями, а также жизни в глубинах литосферы (при бурении в дельте Миссисипи бактерии были обнаружены в водоносном горизонте на глубине, превышающей 7,5 км!).

Особенно важно с научной и практической точки зрения открытие подземных бассейнов (вода скапливается в пористых породах), которые имеются практически всюду и почти под всеми пустынями. Богаты водой недра наших среднеазиатских пустынь, и даже одна из самых грозных пустынь мира—Сахара как отштукатуренный сухой штукатуркой потолок висит над грандиозным водным бассейном.

Эти, казалось бы, сугубо практические открытия (воду, как известно, ищут в пустынях не с научной целью) позволяют уже

серьезно поставить вопрос о вероятном многообразии, еще не изученном влиянии процессов, происходящих в литосферном комплексе, на развитие жизни и даже на климат.

...Однажды отряд французской кавалерии шел по малоисследованному району Сахары, которая в то время входила в состав колониальной французской империи. Неторопливо, почти торжественно вышагивали верблюды, на которых восседали утомленные знанием и однообразием кавалеристы, изо дня в день одно и то же: то каменистая пустыня гаммада, то пески, то снева гаммада. Местность постепенно стала пересеченной, разнообразней: выше скалы, глубже ущелья. И в одном из ущелий французы с удивлением обнаружили многочисленные наскальные рисунки — фрески.

Вторая мировая война задержала их изучение, и лишь сравнительно недавно они были тщательно изучены, скопированы и систематизированы.

Теперь эти фрески известны как фрески Тассилин — по названию долины, в которой нашли наиболее интересные из них.

Когда французская экспедиция исследовала долину Тассилин, ей с трудом удалось найти рабочих: людей почти не было в окрестностях ущелья. Воду приходилось привозить издалека, и ученые сэкономили на каждой капле.

Экономили на каждой капле, а копировали... многовесельные лодки, плывущие по полноводным сахарским рекам, бегемотов и крокодилов, слонов и огромные стада антилоп на пастбищах, колесницы, черных и белых людей в странных нарядах, стройных красивых женщин, охотников, вооруженных луками и стрелами, стада домашних животных, иначе говоря, ученые перечерчивали и копировали следы — свидетельства! — полной буйной жизни, которой некогда жила Сахара. Считается, что самые древние рисунки были выполнены около десяти тысяч лет назад, а трудились художники вплоть до начала нашей эры.

Рисунки, подобные фрескам Тассилин, найдены практически во всех районах Сахары. В некоторых местах рисунки создавались как бы в два приема, очевидно, климат ухудшался и люди уходили.

Но что же «заставило» Сахару — местами дважды на глазах людей — зазеленеть? Что превратило ее в конце концов в одну из самых страшных пустынь мира?

Много разных гипотез предлагали ученые, но все они сводились к тому, что на земном шаре коренным образом изменялись природные условия. Чаще всего полагали, что великое оледенение, ледники, надвигавшиеся с севера на Европу, сделали климат Сахары прохладнее и влажнее, и тогда Сахара зазеленела. Не следует оспаривать этих предположений: так вполне могло

быть. Но общепринято мнение, что эпоха великого оледенения закончилась за несколько тысячелетий до того, как в Сахаре появились первые рисунки. Следовательно, события и явления, о которых идет речь, полностью приходятся на послеледниковую эпоху.

А в послеледниковую эпоху воздух над Сахарой всегда был сух: как уже выше говорилось, экваториальный воздух над Сахарой опускается, нагревается, и дожди не выпадают...

В чем же дело?

На мой взгляд, единственное правдоподобное объяснение сводится к влиянию на судьбы Сахары литосферного природного комплекса. Стоит только предположить, что уровень литосферных «морей» под Сахарой испытывает колебания, пульсацию, как тотчас все становится на свое место. Поднялся уровень подземного бассейна — и в Сахаре появились озера, возникли реки, зазеленели луга и леса, приползли с юга крокодилы, пришли бегемоты, наконец, человек устремился на новую обетованную землю и отметил свое появление на ней прекрасными фресками.

Автору неоднократно доводилось пролетать над центральными районами Сахары и вести наблюдения в ее западной части — в Аравийской и Ливийской пустынях. Большое количество отлично выработанных, врезанных в скалы речных долин и даже озерных котловин действительно поражает. И мне посчастливилось увидеть весь Нил от устья до истоков. Как всякая гигантская река, Нил необъятен, впечатления от него — грандиозны. Но после нескольких путешествий вдоль Нила я могу назвать самое яркое впечатление: как ни странно, это обилие желтых сухих русел, «впадающих» в Нил на территории Египта. Между тем, ни одного ручья, ни одной речонки в современный Нил на территории Египта не впадает.

Значит, наступило время, когда уровень литосферного «моря» понизился. И тогда пересохли реки и озера Центральной Сахары, и пересохли реки, символически до сих пор «впадающие» в Нил. И тогда закончился «зеленый» период в жизни Сахары, наступил «желтый» период. Сахара превратилась в пустыню, и человек покинул ее.

Только что сказанное еще не может претендовать на научный достоверный факт: литосферные «моря» открыты недавно, и гидрологический режим их не изучен. Но изучение режима, «жизни» литосферного комплекса — одна из актуальнейших задач физической географии и смежных с ней дисциплин. Вполне вероятно, что решение этой задачи многое прояснит в истории географической оболочки. В частности, в истории ее чередовались сухие и влажные геологические периоды, и не исключено, что их чередование можно объяснить режимом литосферного географического комплекса.



Вообще же если изменяется уровень океана, если опускаются и поднимаются материки, то едва ли правомерно утверждать, что среди всех прочих явлений природы лишь литосферные «моря» неизменны во времени и пространстве. Такое утверждение было бы скорее оригинальным, чем разумным.

Вернемся теперь к другим природным особенностям литосферного комплекса.

Горные породы, слагающие литосферный комплекс, это преимущественно вторичные, переотложенные породы (осадочные, как отмечалось выше). Теоретически рассуждая, земная кора, литосфера (не путать с литосферным комплексом!), возникла, так сказать, на заре истории земного шара. Но если возраст Земли оценивается в 5—6 млрд. лет, то в пределах литосферного комплекса не обнаружены горные породы, которые были бы древнее 3—3,5 млрд. лет. Значит, даже самые древние (кристаллические) породы не первичного происхождения (иногда в литературе встречаются сведения, что возраст некоторых горных пород Кольского полуострова и Забайкалья достигает 5—7 млрд. лет, но сведения эти специалисты оценивают как спорные, нуждающиеся в дополнительной проверке).

В некоторых местах литосферного комплекса, подчас довольно глубоко временно или постоянно обитают отдельные виды животных (например, летучие мыши, относящиеся к земноводным протеи), встречаются мхи, обычно имеющие причудливую форму, плесень. Но это свидетельствует лишь о том, что в пределах литосферного комплекса встречаются элементы животного и растительного мира. Компонентом же литосферного комплекса из живых организмов можно считать лишь бактерий. Бактерии населяют не только подземные бассейны, но и нефть. Это так называемые, сравнительно недавно открытые пурпурные бактерии.

Наряду с гравитационной водой, т. е. такой водой, которая способна передвигаться по трещинам под влиянием силы тяжести, в литосферном комплексе немалая роль принадлежит капиллярной и пленочной воде, обволакивающей тончайшие трещины. Слой капиллярной (ее еще называют гигроскопической) воды состоит всего из одного ряда молекул; никакие гравитационные силы не могут оторвать эту воду от горных пород, она не стекает вниз, потому что удерживается с силой от 6000 до 25 000 атмосфер на квадратный сантиметр. Пленочная вода не так прочно «привязана» к своему месту и, не подчиняясь силе тяжести, может медленно передвигаться от более толстого слоя к более тонкому. Кроме того, в литосферном комплексе всегда имеется водяной пар, причем в процентном отношении он способен вытеснить почти все другие газы.

Наконец, в литосферном комплексе как бы запечатлена история географической оболочки. Осадочные породы постепенно

скапливались на дне морей и океанов, вместе с ними падали на дно остатки животных и растений, и теперь каждый пласт, слагающий литосферный комплекс, хранит в себе следы тех природных условий, в которых он образовался. Нужно только разобраться в этих следах и суметь восстановить по ним картины прошлого. Этим и занимается раздел физической географии, который называется палеогеографией. А в основе комплексного районирования литосферного комплекса лежит представление о геологических фациях, которые отличаются друг от друга не только по происхождению и минеральному составу, но и по составу вымершей фауны и флоры.

При характеристике структуры географической оболочки следует выделять такие районы, как Антарктида, центральная часть Гренландии и т. п., т. е. районы, занятые материковыми льдами. Они представляют собой своеобразные самостоятельные участки географической оболочки и должны рассматриваться как еще один природный комплекс, а именно ледниковый географический комплекс. В состав его входят прежде всего вода (преимущественно в твердом, но временами и в жидком состоянии), солнечная радиация, горные породы, некоторые простейшие организмы (прибрежные районы Антарктиды, местами лишенные ледникового покрова и населенные птицами, морскими млекопитающими, лишайниками, являются уже очагами ландшафтного комплекса). Еще в 1959 г. автор предположил, что огромные ледниковые массивы со временем удастся подразделить на обособленные ледяные массы. Специальные исследования, проведенные в Антарктике в 1967 и 1968 гг., в принципе подтвердили это предположение.

Небезынтересно узнать, в какой степени описанные выше структурные части географической оболочки, которые не являются местом постоянного обитания человека, все-таки освоены человеком. Общеизвестно, что тропосфера полностью включена, так сказать, в хозяйственную деятельность человечества — авиация «покорила» ее.

Если иметь в виду океан в целом, то верхние его части являются районом постоянного рыболовства. Временные обитаемые дома создавались в океане на глубине до 300 м и несколько более. А подвижные корабли, батискафы, достигали максимальных океанических глубин. В январе 1960 г. Жак Пикар и Дон Уолш на батискафе «Триест» достигли глубины 10919 м. Мировой рекорд погружения в воду без всяких специальных приспособлений близок к ста метрам. Глубже обычно не погружаются и с аквалангами. Но при дыхании специальной смесью газов (состав ее засекречен за рубежом) удавалось спускаться без всякого вреда примерно на 400 м.

В глубь литосферного комплекса по естественным трещинам человек опускался глубже 1000 м (до недавнего времени свое-

образным спелеологическим рекордом был спуск, осуществленный во Франции, в пещере Берже, на глубину 1145 м).

С помощью технических средств человек проникает в земную кору значительно глубже. Уже обычной стала добыча нефти и газа с глубины 2—3 км. В США есть скважины глубиной до 8 км. В СССР, в Прикаспийской низменности у поселка Арал-Сор, пробурена скважина, глубина которой достигла 6 км. В Азербайджане ведется бурение скважины до глубины 8—10 км, т. е. уже за пределы литосферного комплекса. Километра достигают скважины в Антарктиде.

В Южной Африке есть золотой рудник глубиной 3950 м, а в Индии — 3800 м. Полиметаллические рудники в Чехословакии ушли на 1500 м в глубь литосферного комплекса.

Ландшафтный географический комплекс — самый сложный комплекс географической оболочки, сыгравший, кроме того, в ее эволюции исключительную роль: он стал местом появления человека, разумной жизни. В формировании этого комплекса принимают участие все компоненты: горные породы, солнечная радиация, вода, воздух, растительность, почвы, животные, грибы и бактерии. В него включаются приземные слои тропосферы, а вглубь от твердой поверхности он простирается до нижней границы современной коры выветривания, т. е. в среднем на несколько десятков метров. Ландшафтный комплекс, как своеобразный пласт, «наклеен» на поверхности материков и островов, а края его опущены в океаны и моря. На континентах глубоководные озера «прорывают» ландшафтный комплекс; отделенные от основных массивов островки ландшафтного комплекса в свою очередь разбросаны среди морей, океанов и больших озер то в виде крупных скоплений (на архипелагах), то в виде отдельных крохотных пятнышек (например, на острове Св. Елены и некоторых других мелких островах).

Ландшафтный комплекс принимает на себя поток солнечной энергии, частично поглощает ее, трансформирует и отражает обратно в атмосферу, испытывая, особенно в верхних слоях, заметные колебания в температуре. Солнечная энергия непосредственно проникает лишь в тонкий почвенный слой, глубже ее влияние сказывается косвенно (так называемый изотермический горизонт в областях умеренного климата проходит на глубине 20—30 м, в тропиках он находится значительно ниже). Почти вся наземная масса растительности сосредоточена в верхних горизонтах ландшафтного комплекса; там же сосредоточены почти все животные, грибы, масса почвенных бактерий. Особенно велика в пределах ландшафтного комплекса масса растительности: она в сотни и даже тысячи раз превышает массу животного вещества. Наземные растения обладают очень сильно развитой корневой системой, и корнями пе-

реплетен буквально весь ландшафтный комплекс. Корни деревьев проникают вглубь на 30 м, а какова мощность корней у травянистых растений, видно из следующего примера: у одной особи ржи (правда, выращенной в искусственных условиях) длина корней и корневых волосков может достигать 11 000 км, и, следовательно, четырех экземпляров ржи достаточно, чтобы корнями и корневыми волосками опоясать весь земной шар по экватору.

В ландшафтном комплексе преобладает окислительная среда. Химические элементы в отличие от донно-океанического комплекса выходят здесь из жизненного цикла лишь в сравнительно небольших количествах. После отмирания организма или его части вещество либо немедленно захватывается другими организмами, либо в виде биогенных газов ( $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$ ,  $N_2$ ,  $NH_3$ ) уходит в атмосферу; газы эти тотчас же вновь в результате газового обмена включаются организмами в жизненный цикл. Таким образом, в ландшафтном комплексе существует определенное динамическое равновесие.

В пределах ландшафтного комплекса активно протекают процессы физического и химического выветривания, ведущие к размельчению горных пород, к тому, что они обретают некоторую механическую подвижность, переносятся и переотлагаются текучими водами и в это же время «заряжаются» солнечной энергией (геохимические аккумуляторы, см. выше).

Удельный вес коры выветривания составляет 2,2.

В ландшафтном комплексе интенсивно протекает процесс стока. Проникая в почву, вода насыщается углекислым газом, становится сильным растворителем (там, где есть известняки, возникают карстовые формы рельефа — пещеры, воронки, провалы и т. п.).

Почвенная атмосфера также отличается от надземной: в ней снижается количество кислорода и увеличивается количество углекислого газа, хотя различия эти не очень велики, так как существует постоянный обмен между этими атмосферами.

Эволюция ландшафтного комплекса протекает под огромным, быть может даже преобладающим влиянием органической жизни, которая, в свою очередь, испытывает на себе комплексное воздействие всех остальных компонентов.

В общепланетарном масштабе (имеются в виду, конечно, материки и острова) прослеживается следующая закономерность: мощность («толщина») ландшафтного комплекса уменьшается от экватора к полюсам и от подножия гор к их вершинам, что объясняется снижением в этих направлениях обилия растительности, грибов и бактерий, и общей интенсивности взаимодействия компонентов.

Очень сложной является проблема районирования ландшафтного географического комплекса, да и литосферной толщи,

от которой он практически неотделим (при расчленении территории на отдельные крупные участки).

Проблема физико-географического районирования (с учетом литосферы) относится к числу самых спорных проблем физической географии, и именно поэтому в этой работе я не буду специально ее касаться. Отмечу лишь, что наиболее полные сводки по проблемам физико-географического районирования составлены Н. И. Михайловым<sup>1</sup> и А. Г. Исаченко.

Многие физико-географы считают наименьшей оригинальной территориальной единицей ландшафтного природного комплекса географический ландшафт, т. е. в общем однотипную территорию. Подобных взглядов придерживаются А. Г. Исаченко, С. В. Калесник, Н. А. Солнцев, автор этой работы и некоторые другие географы. В таком контексте географические ландшафты оказываются в одном ряду с воздушными массами, водными массами, морскими фациями и геологическими фациями.

Но есть и противоположная точка зрения — географический ландшафт — не территориальное, а общее понятие.

В данном случае полемическое заострение сугубо специальной проблемы кажется мне неуместным. Просто читатели должны представлять себе, что в географической литературе им может встретиться и территориальное, и общее понимание ландшафта как термина.

Если понятие «ландшафт» спорно, то такое географическое понятие, как «ландшафтная зона», особых возражений не вызывает, редко появляются работы, отрицающие их существование.

Внешне зоны отличаются друг от друга прежде всего характером растительности, — никто не спутает тайгу со степью, пустыню — с субтропиками, — но в основе зональности лежат явления менее явные.

Важнейшей причиной широтной ландшафтной зональности является неравномерность распределения солнечной радиации по широте на земной поверхности, что вызывается наклоном солнечных лучей, неодинаковым в разных местах, к земной поверхности, что, в свою очередь, обусловлено шарообразной формой планеты.

Неравномерное распределение солнечной радиации приводит к зональности метеорологических элементов, таких, как температура, условия испарения, к зональности климатов в целом. Зональны также процессы выветривания и почвообразования, режим рек, растительный, животный и бактериальный мир.

---

<sup>1</sup> Михайлов, Николай Иванович (р. 1915) — советский физико-географ, доктор географических наук. Исследования вел в Заполярье, Саянах, Алтае. Основные работы посвящены физической географии Сибири и Дальнего Востока, а также проблемам физико-географического районирования. Автор книги «Сибирь. Физико-географический очерк» (1951, 1956) и других.

Крупный советский географ Л. С. Берг<sup>1</sup> выделял тринадцать ландшафтных зон:

- 1) зона влажных тропических лесов;
- 2) зона тропического лесостепья (саванна);
- 3) зона тропических степей;
- 4) зона тропических пустынь;
- 5) зона субтропических лесов;
- 6) зона пустынь умеренного климата;
- 7) зона полупустынь;
- 8) зона средиземноморская;
- 9) зона степей;
- 10) зона лесостепья;
- 11) зона лесов (умеренного климата);
- 12) зона тундры;
- 13) зона арктических пустынь (или ледяная).

Сейчас в специальной литературе наметилась определенная тенденция к более подробному зональному делению поверхности материков (например, влажные тропические леса и леса с сухим и дождливым сезонами рассматриваются как две разные ландшафтные зоны, а у Л. С. Берга они объединены в одну зону), но для наших целей нет необходимости вдаваться в спорные подробности — схема Л. С. Берга дает достаточно полное представление о разнообразии условий на материках.

Нет необходимости и описывать все зоны. Ограничимся поэтому несколькими примерами.

Зона арктических пустынь занимает большинство крупных островов Северного Ледовитого океана, а на материке — район мыса Челюскин на полуострове Таймыр. Там царят очень суровые природные условия. Климат холодный, арктический. Даже в летние месяцы выпадает снег, а температура самого теплого месяца близка к 0° и, как правило, не превышает 2—3° тепла. На многих островах есть ледники. Осадков выпадает немного — каких-нибудь 200—250 мм в год, но и они не успевают испариться. Из-за низких температур очень скудна растительность, но зато она представлена видами, способными жить и цвести рядом с вечным льдом... Нет там ни деревьев, ни кустов; встречаются лишайники, мхи, а из цветов — камнеломки, лютики, полярный мак и некоторые другие. Почвы в зоне арктических пустынь маломощные, а грунт скован вечной мерзлотой. Водятся в зоне арктических пустынь песцы, лемминги, встречаются северные олени, много птиц, добывающих пищу в море.

---

<sup>1</sup> Берг, Лев Семенович (1876—1950) — советский физико-географ и биолог, академик. С 1940 по 1950 г. был президентом Географического общества СССР. Исследования вел в Западной Сибири, в Средней Азии, в Поволжье и на Кавказе. Ученый-энциклопедист. Занимался почти всеми разделами физической географии, работал в области страноведения. Крупнейший ихтиолог страны и автор оригинальной гипотезы развития органического мира.

Тундровая зона занимает преимущественно побережье Северного Ледовитого океана. Климат ее несколько теплее, чем в арктической зоне, и средние температуры самого теплого месяца колеблются от  $+5$  до  $+10^{\circ}$ . Количество осадков изменяется от 400 мм в Европейской части до 200—450 мм в Восточной Сибири. Широко распространены болота, и почти повсюду встречается вечная мерзлота. Древесной растительности почти нет, но все-таки кое-где по долинам рек встречаются лесные участки. Наиболее типичны мохово-лишайниковые растительные ассоциации, а также кустарниковые (карликовые березы, ивы, на востоке — кедровый стланик) и болотные (осока, пушица); много грибов. Характерны глеевые почвы. Водятся песцы, лемминги, северные олени, волк, заяц-беляк. Многочисленны перелетные водоплавающие птицы, а также встречаются тундряная и белая куропатки, полярная сова. Исключительно много (так же, как и в лесотундре и в тайге) кровососущих насекомых — комаров, мошек, оводов.

В лесной зоне природные условия совсем другие. Климат там умеренный. Зима холодная, местами холоднее, чем в Арктике, но зато лето теплое, до  $+20^{\circ}$  и больше. В отличие от предшествующих зон растут здесь густые, нередко труднопроходимые леса из ели, лиственницы, пихты, березы, осины, а на юге — из дуба, липы, бука, граба и других древесных пород. Животный мир значительно разнообразнее. Тут водятся и таежные животные: бурый медведь, рысь, россомаха, соболь, бурундук, лось, белка, марал, и животные широколиственных лесов: лесная куница, лесной кот, благородный олень; в смешанных лесах Дальнего Востока обитают тигр, черный медведь, леопард и многие другие животные.

Наверное, каждый узнает следующие строки: «Степь, чем далее, тем становилась прекраснее. Тогда весь юг, все то пространство, которое составляет нынешнюю Новороссию, до самого Черного моря, было зеленою, девственною пустынею. Никогда плуг не проходил по неизмеримым волнам диких растений. Одни только кони, скрывавшиеся в них, как в лесу, вытаптывали их. Ничто в природе не могло быть лучше их. Вся поверхность земли представлялась зелено-золотым океаном, по которому брызнули миллионы разных цветов. Сквозь тонкие, высокие стебли травы сквозили голубые, синие и лиловые волошки; желтый дрок выскакивал вверх своею пирамидальною верхушкою; белая кашка зонтикообразными шапками пестрела на поверхности, занесенный бог знает откуда колос пшеницы наливался в гуще. Под тонкими их корнями шныряли куропатки, вытянув свои шеи. Воздух был наполнен тысячею разных птичьих свистов. В небе неподвижно стояли целою тучею ястребы, распластав свои крылья и неподвижно устремив глаза свои в траву. Крик двигавшейся в стороне тучи диких гусей отдавался бог знает в каком

дальнем озере. Из травы подымалась мерными взмахами чайка и роскошно купалась в синих волнах воздуха. Вот она пропала в вышине и только мелькает одною черною точкою. Вон она перевернулась крылами и блеснула перед солнцем. Черт вас возьми, степи, как вы хороши!»

Так представлял себе степь — степную зону — великий русский писатель Гоголь. Не все правильно с точки зрения натуралиста в его описании, но картина в целом, безусловно, обрисована верно.

Между лесной и степной зонами есть еще переходная зона — лесостепь. Лесостепь мы для краткости пропустим и теперь перейдем от поэзии к прозе, охарактеризуем степную зону более точным и — увы — более скучным образом.

Итак, степная зона отличается сухим континентальным климатом с жарким летом: средняя температура июля там 21—23° тепла. Количество осадков уменьшается от 450 мм на севере, до 250 мм на юге. Кроме того, наблюдается и уменьшение их с запада на восток (в пределах Советского Союза). Растительность преобладает травянистая, состоящая главным образом из злаков (различные виды ковылей, типчак, тонконог). На севере к злакам примешивается луговое разнотравье, на юге — полынь. Нередки заросли степных кустарников (бобовник, чилига, степная вишня, терн). Разреженная древесная растительность приурочена к поймам рек, склонам речных долин, балкам. Почвы — черноземные и темно-каштановые, встречаются солонцы и солонцеватые почвы. Из животных водятся различные грызуны, антилопы, лисица-корсак, барсук, хорек; из птиц — дрофа, стрепет, степная пустельга, орлы; сравнительно многочисленны пресмыкающиеся и насекомые, особенно саранчовые.

Ныне на всем земном шаре степная (и лесостепная) зона самая освоенная, обжитая. Нарисованные выше картины скорее восстанавливают прошлое, чем воспроизводят настоящее с его бескрайними полями пшеницы, кукурузы, подсолнечника, бахчевых культур. Но такова в данном случае наша задача — показать разнообразие исходных природных условий на земном шаре.

Совсем непохожа на предыдущие зоны ландшафтная зона пустынь, расположенная в нашей стране южнее степей. Климат там крайне засушливый, с холодной зимой и жарким знойным летом. Осадков выпадает примерно столько же, сколько в зоне арктических пустынь, но о болотах, конечно, и речи быть не может, потому что вода (даже скопившаяся за зиму) быстро испаряется: средние температуры июля достигают в пустынях 27—32° жары, а песок в иные дни раскаляется до 70°. Растительность пустынь скудна, но это объясняется не температурными условиями, как в арктических пустынях, а недостатком влаги. Растет там своеобразное дерево без листьев — саксаул, кустар-



ники жузгун, песчаная акация, эфедра, различные полыни и злаки. Своеобразен животный мир. Из млекопитающих водятся антилопа джейран, барханный и пятнистый кот; песчанки, тушканчики. Но особенно характерны для пустынь различные пресмыкающиеся — змеи и ящерицы.

Можно было бы и дальше продолжить «путешествие» по зонам, благо автор бывал и в тропических пустынях, и в саванне, и во влажных тропических лесах, но в данном случае в этом нет необходимости: приведенных примеров достаточно, чтобы подтвердить мысль о многоликости ландшафтного природного комплекса.

Выше уже говорилось, что ландшафтный комплекс как бы «наклеен» на литосферу, но основа, на которую он наклеен, как известно, неровная: есть равнины, есть плоскогорья, есть горные хребты. Обстоятельство это, конечно, сказывается на ландшафтном комплексе: там, где в результате горообразовательных движений ландшафтный комплекс поднят на значительную высоту над уровнем моря, зональность уступает место высотной поясности.

Первопричина высотной поясности — постепенное убывание температуры при поднятии вверх. Внешне этот процесс сходен с изменением температуры по широте, однако имеется и существенное отличие. Изменения в интенсивности солнечной радиации у земной поверхности зависят от угла наклона солнечных лучей, и потому чем севернее, тем холоднее. В горах интенсивность солнечной радиации с высотой возрастает: в пределах первых трех километров она увеличивается примерно на 10% на каждый километр. Но вместе с тем в горах с высотой быстрее, чем на протяжении приходящей солнечной радиации, возрастает излучение с поверхности Земли; в результате баланс оказывается отрицательным, и это приводит к понижению температуры и, следовательно, к высотной поясности. Заметны также различия в темпах изменения температуры (по высоте она изменяется значительно быстрее, чем по широте), в характере освещения, в условиях формирования растительного и почвенного покрова, в динамичности процессов и т. п. Все это заставляет прийти к выводу, что высотные ландшафтные пояса нельзя считать копиями соответствующих ландшафтных зон; высотные пояса — это лишь своеобразные аналогии зон.

Теоретически каждая ландшафтная зона имеет «караваеобразное» строение, ее можно представить себе овалом с минимальной вертикальной мощностью по краям (границы зоны) и максимальной вертикальной мощностью в центре. Таким образом, вся система ландшафтных зон земного шара в вертикальном разрезе может быть выражена графически волнообразной кривой, причем соседние «волны» набегают друг на друга на границах, а высота волн возрастает по направлению к экватору.

Невысокие горные системы могут целиком перекрываться зональной волной. На высокие горные хребты зональная волна вбегает до своего верхнего предела и там застывает. Именно в тех случаях, когда горная система, расположенная в пределах зоны, превышает высоту вбегания зональной волны, теоретический верхний предел зоны, — в этих случаях зональность и уступает место высотной поясности.

Скажем, подзона тайги в Сибири может располагаться на уровне моря и на высоте 400—500 м. Следовательно, холм высотой не более 500 м будет целиком затоплен зональной волной, и никакой высотной поясности на нем не обнаружится. Но если на его месте окажется гора высотой в 1000 м, то на вершине ее леса уже не будет — там сформируются растительные ассоциации тундрового облика. Это и доказывает, что высотная поясность начинается появляться лишь в том случае, если высота горной системы превышает вертикальный предел зоны, в границах которой она расположена.

В зоне арктических пустынь, например, в горных районах никаких поясов нет.

В тундровой зоне уже возможен пояс арктических пустынь.

В горах Средней Азии выделяют:

- 1) пустынный высотный пояс (правда, скорее всего это не пояс, а застывшая зональная волна);
- 2) полупустынный высотный пояс;
- 3) пояс сухих степей;
- 4) лесо-лугово-степной пояс;
- 5) субальпийский пояс;
- 6) альпийский пояс;
- 7) вечные снега.

На характере высотной поясности нередко серьезно сказываются особенности распределения влаги по склону. Дело в том, что больше всего влаги выпадает на высоте 2—3 тыс. м, что связано с подъемом воздушных масс. В таких случаях высотная поясность обуславливается двумя факторами: понижением температуры и распределением влаги.

\* \* \*

Таковы основные особенности структурных частей географической оболочки.

К сказанному осталось добавить немного. Некоторые физико-географы, например Ф. Н. Мильков<sup>1</sup>, предлагают выделять в

<sup>1</sup> Мильков, Федор Николаевич (р. 1918). — советский физико-географ, доктор географических наук. Исследования вел преимущественно в Европейской части СССР. Основные работы посвящены теории физической географии и ландшафтоведению, взаимодействию компонентов, природе лесостепной зоны. Автор книг: «Лесостепь Русской равнины» (1950), «Воздействие рельефа на растительность и животный мир» (1953), «Физико-географический рай-

пределах географической оболочки «пленку жизни», зону максимальной концентрации живых организмов, т. е. поверхность суши и верхний слой океана. Такое выделение в некоторых случаях вполне допустимо; но географический подход — это прежде всего комплексный подход к явлению, и в этом случае нельзя не увидеть существенных различий между зоной фотосинтеза в океане и ландшафтным комплексом.

Кстати, для поверхности суши характерна несравнимо большая изменчивость как во времени, так и в пространстве природных условий, и это обстоятельство сыграло огромную роль в эволюции органического мира: все самые сложные организмы появились на суше, приспосабливаясь к ее суровым условиям, и поэтому ландшафтный комплекс стал в конечном итоге родиной разумных существ, родиной человека.

А теперь вновь воспользуемся записками космонавта В. Н. Волкова и посмотрим на географическую оболочку из космоса.

«Наблюдаю Землю. Аравийский полуостров. Красного цвета безжизненная пустыня с заметными следами песчаных дюн. Порой видны какие-то темные точки, от которых тянется черный шлейф.

Европейская часть материка узнается сразу же по следам (инверсионным) самолетов, вроде белых полос, идущих вдоль колеи железной дороги, а также по количеству рек и густой заселенности. Практически весь материк испещрен разного цвета квадратами.

Реки, как правило, имеют грязноватый цвет, а иногда просто белый. Они, как скрученный червячок, причудливой формы. Крупные реки — темно-синего цвета. Очень любопытно наблюдать солнечный зайчик, бегущий по рекам и озерам. Он сразу же меняет оттенок водоема, придавая ему какое-то яркое свечение, а затем водоем опять затухает и становится безжизненным.

Америка прекрасна своими ночными городами, которых очень много разбросано на материке. В наиболее крупных городах видны даже магистрали проспектов в виде световых полосок, пересекающихся в центре.

В районе Южного полюса несколько раз наблюдалось какое-то свечение. Особенно хорошо заметно оно ночью. Это свечение идет в глубь материка, имеет внушительные размеры как по длине, так и по высоте. Напоминает туман, стелющийся у нас над озерами и реками.

Как сегодня удалось уточнить, зайчик по Земле идет от корабля. Пробегая по рекам и озерам, он дает яркую вспышку.

---

он и его содержание» (1956), «Природные зоны СССР» (1964), «Основные проблемы физической географии» (1967) и др., а также словарей-справочников по физической географии.

... Пролетели Африку. Внизу громадное количество цветных огней, в основном красных. Выглядят как непогашенные красные головешки. Есть овальной формы, есть просто плоские. Картина на фоне черного неба очень красивая.

... Много раз приходится встречаться с Австралией. Этот материк нельзя сравнить ни с чем. Он имеет свою, свойственную только ему окраску. Северо-западная часть — красно-бордовая.

На ней и озера рыжие, напоминающие окалину, с темно-синими пятнами. Встречаются и белые озера (высохшая земля или соль). Русла рек самых разнообразных оттенков. В основном темно-сине-зеленые с признаками жизни вдоль них.

Чем ближе к юго-востоку, тем темнее становится фон материка. Появляется голубой океан, имеющий в некоторых местах у побережья ярко-зеленый оттенок. Появляются и крупные города. Их, правда, не очень много. Они разбросаны. Особенно красив Мельбурн. Он из желтых, темно-зеленых и коричневатых квадратов, как правило, правильной формы.

... А океан! Он представляет из себя ровную голубую гладь, сливающуюся на горизонте с голубой атмосферой нашей планеты. Цвета очень похожие. Один на другой. Может быть, только атмосфера чуть-чуть понежнее и голубее. Но только самую малость...»

## ПОЛОЖЕНИЕ И ГРАНИЦЫ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ

Из описания природы и структуры географической оболочки следует, что она не простирается до центра Земли или до верхних пределов атмосферы. Географическая оболочка — в н у т р е н н я я оболочка нашей планеты и занимает свое, вполне определенное положение на земном шаре.

Поскольку основное свойство географической оболочки — это сочетание вещества в трех агрегатных состояниях с жизнью, то и верхняя и нижняя границы ее проходят там, где это сочетание нарушается.

В настоящее время большинство физико-географов включает в географическую оболочку всю тропосферу (климатический комплекс), верхнюю часть земной коры, в которой еще возможно существование воды в жидком состоянии и встречается жизнь (литосферный комплекс), и весь океан.

Следовательно, верхняя граница географической оболочки совпадает с верхней границей тропосферы, проходя в среднем на высоте около 10—12 км над уровнем моря; нижняя граница географической оболочки на материках проходит в среднем на глубине около 5 км, в океанах в среднем на глубине около 4 км, но может опускаться до 11—12 км (имеются в виду глубоководные впадины).

Таким образом, географическая оболочка — сфера, средняя мощность которой по вертикали составляет всего 15—16 км, а экваториальный радиус Земли превышает 6378 км. Наибольшей мощности географическая оболочка достигает в тропической части земного шара.

Под географической оболочкой находятся нижние, лишенные жизни и с высокой температурой слои земной коры, так называемая мантия и ядро земного шара.

Выше географической оболочки, примерно на 3000 км, простираются стратосфера, мезосфера, термосфера и экзосфера, переходящая в межпланетное пространство.

Следует иметь в виду, что некоторые авторы более широко трактуют границы географической оболочки. Верхнюю границу иногда поднимают до озонового экрана, а нижнюю опускают до нижнего предела земной коры.

Подобных взглядов придерживался, в частности, А. А. Григорьев, различавший в географической оболочке два литосферных яруса: «Из явлений ярусности литосферной части географической оболочки, — сказано в одной из его последних работ, — особенно важно деление на два яруса: внешний и внутренний. Характернейшей особенностью внешнего яруса литосферной части географической оболочки является господствующий здесь сложный комплекс явлений и процессов жизни, характерный для ландшафтов, тогда как во внутреннем ярусе указанной части географической оболочки господствуют тектогеоморфологические явления и процессы, формирующие мегарельеф. Внешний ярус получил название «биогеносфера», то есть сфера происхождения жизни...»<sup>1</sup>.

Но в современной литературе преобладает первая точка зрения.

---

<sup>1</sup> А. А. Григорьев. Теоретические основы современной физической географии. «Вопросы философии», 1963, № 3, стр. 97.

## ЧЕЛОВЕК И ПРИРОДА

### ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ

**П**роблема человек и природа сама по себе практически безгранична. Все стороны ее невозможно охватить в одной книге. В последнее время много писалось о загрязнении окружающей среды и т. п. В дальнейшем при целенаправленном изменении природы без теории физической географии не обойтись, и об этом специально пишется ниже.

Общепринято мнение, что человечество превратилось ныне в силу, способную управлять географической оболочкой.

Процесс развития географической оболочки имел пространственные фазы эволюции и на разных этапах конкретизировался, фокусировался в отдельных компонентах-лидерах.

Очевидно, на абиотической стадии развития наиболее полным выразителем эволюционного процесса был водный компонент; с возникновением жизни роль лидера перешла к живой материи, к зоокомпоненту, хотя продолжала эволюционировать и растительность. Остальные компоненты географической оболочки, строго говоря, уже не столько развивались, сколько изменялись лидирующими компонентами, причем главную роль в их изменении играла растительность, а процесс развития — эволюционная кривая — наиболее полно, повторяю, воплощался в животных.

Проблемы эволюции живых существ очень сложны, многие из них до сих пор являются предметом полемики.

К числу бесспорно решенных вопросов, правда в общей форме, относится вопрос о происхождении человека: человек произошел от человекообразной обезьяны. Но уже следующий поворот проблемы — случайно возник человек или в результате направленного развития природы — вызывает споры. В современной литературе можно встретить высказывания, что человек мог появиться и появился в результате мутации, то есть случайности, вызванной какими-то причинами, резко развившими мозг человекообразной обезьяны.

Не вдаваясь в подробности, я должен отметить, что в основу знаменитой статьи Ф. Энгельса «Роль труда в процессе превращения обезьяны в человека» положен иной принцип — принцип

закономерного появления человека на Земле. Аналогичного мнения придерживался и такой, склонный к философским обобщениям натуралист, как В. И. Вернадский. В книге «Биогеохимические очерки» он писал: «Совершенно очевидно, что существует определенное направление<sup>1</sup> в палеонтологической эволюции организованных существ и что появление в биосфере разума, сознания, направляющей воли — этих основных проявлений человека — не может быть случайным» (1940, стр. 53).

Эта точка зрения представляется принципиально верной потому, что палеонтологией, да и антропологией убедительно прослежено усложнение организации живых существ, в том числе центральной нервной системы. В частности, антропологи определяют принадлежность ископаемого черепа человеку или человекообразной обезьяне по величине мозга.

Постараемся уточнить, учитывая тему главы, как долго человек трудится в природе, взаимодействует с нею, как он соотносился с природой в прошлом и как соотносится в настоящем.

Прежде всего возникает вопрос о времени появления человека на Земле. Еще недавно считалось, что человекообразная обезьяна стала человеком около миллиона лет назад. Но открытия, сделанные в последнее десятилетие в Восточной Африке, как будто позволили увеличить возраст человека до 2,6 миллиона лет<sup>2</sup>.

Открытия останков человекоподобных существ, вызвавшие большой интерес во всем мире, связаны прежде всего с именами отца и сына Луиса и Ричарда Лики. Сначала в Олдовейском ущелье в Танзании, а затем в долине реки Омо в Эфиопии и в

---

<sup>1</sup> Представления о направленности в развитии тех или иных объектов природы теперь, после появления теории систем, системного анализа, разделяются практически всеми исследователями: устойчивые системы, при благоприятных условиях, эволюционируют не хаотично, а направленно; самый общий пример этого — развитие от простого к сложному, от низшего к высшему. Но ни в коем случае не следует смешивать направленность с целенаправленностью. Живая природа на Земле развивалась направленно, но никакой целенаправленности в ней не было и не могло быть. Целенаправленность — это следующая, более высокая эволюционная ступень. К целенаправленной деятельности способны лишь высшие животные и, конечно, человек и человеческие организации — народы, государства, а при коммунизме целенаправленной станет и деятельность всего человечества как единого целого.

<sup>2</sup> В этой книге о человеке и человечестве говорится по необходимости кратко. Для тех, кто захочет ознакомиться с этой проблемой поглубже, можно рекомендовать следующую литературу: Ю. И. Семенов. Как возникло человечество. М., 1966; Ю. Г. Решетов. Природа Земли и происхождение человека. М., 1966; Б. Г. Ананьев. Человек как предмет познания. Л., 1968; Я. Я. Рогинский. Проблемы антропогенеза. М., 1969; М. Ф. Нестурх. Происхождение человека. М., 1970. Серия дискуссионных статей на эту тему опубликована в журнале «Природа», 1973, № 1—2. Взгляды автора наиболее полно изложены в книге «Физическая география и наука будущего». М., 1970.

районе озера Рудольфа в Кении, среди многочисленных останков австралопитеков (высокоразвитых прямоходящих обезьян) Лики обнаружили останки неизвестных ранее человекоподобных существ. От австралопитековых эти существа отличались прежде всего величиной черепа. Кроме того, в тех же слоях вулканического пепла были в изобилии найдены и так называемые чопперы — оббитая на концах галка, явно сознательно обработанная. Луис Лики и помогавшие ему ученые пришли к выводу, что ими открыт новый представитель рода человека, которого они назвали Человек умелый (Хомо хабилис, по-латыни).

До открытия Лики самыми древними людьми на Земле считались питекантропы, появившиеся около миллиона лет назад. Как видно, разница в возрасте хабилисов и питекантропов весьма существенна.

Итак, когда же человек вступил во взаимодействие с природой — миллион или два с половиной миллиона лет назад?

Все зависит от того, являются ли хабилисы действительно людьми (питекантропы сомнений не вызывают). А в науке по этому вопросу существуют две взаимоисключающие точки зрения. Первая — хабилисы-люди, вторая хабилисы — высокоразвитые обезьяны, предлюди.

Два внешне противоречивых обстоятельства затрудняют решение вопроса. Специалистами вполне строго доказано, что мозг хабилисов не претерпел каких-либо изменений по сравнению с мозгом австралопитеков, то есть он остался обезьяньим (у питекантропов перестройка мозга зафиксирована). Но бесспорно также, что хабилисы занимались производственной, то есть человеческой деятельностью, которая обычно ассоциируется с мышлением, волей.

Мне представляется, что правильный ответ на эту непростую загадку дан историком Ю. И. Семеновым, автором упомянутой ранее фундаментальной монографии о возникновении человека. Он пишет: «...факты говорят, что появление производственной деятельности еще не означает зарождения мышления и воли, что она возникает и первоначально существует в условнорефлекторной форме и лишь спустя длительный период времени начинается от нее освобождаться, становится сознательной, волевой. Если производственная деятельность и возникла вместе с хабилисами, то в сознательную, волевою она стала превращаться лишь с появлением питекантропов...»

Кроме того, по мнению Ю. И. Семенова, отношения внутри объединений хабилисов имели чисто биологический характер, производственные отношения еще не возникли. «С началом освобождения производственной деятельности от условнорефлекторной формы и становления производственных отношений, — пишет он, — стадо поздних предлюдей превратилось в формирующееся человеческое общество, а сами они — в формирующихся людей.



И этими первыми формирующимися людьми были самые примитивные из питекантропов»<sup>1</sup>.

В связи с полемикой о хабилисах (ее нельзя считать законченной) следует напомнить одно высказывание Ф. Энгельса, которое подведет нас к проблеме соотношения первобытного человека с остальной природой. В «Диалектике природы» Ф. Энгельс писал: «...все планомерные действия всех животных не сумели наложить на природу печать их воли. Это смог сделать только человек».

Коротко говоря, животное только пользуется внешней природой и производит в ней изменения просто в силу своего присутствия; человек же вносимыми им изменениями заставляет ее служить своим целям, господствует над ней. И это является последним существенным отличием человека от остальных животных, и этим отличием человек опять-таки обязан труду» (1969, стр. 153).

Вот это «последнее существенное отличие» и не следует забывать при решении вопроса о первых людях.

Человек действительно изначально занимал в природе господствующее положение, хотя, конечно, оно несравнимо с современным его положением. Господство первобытного человека определялось двумя разнокачественными категориями факторов — эволюционно-биологическими и социальными.

Как известно, эволюция жизни на Земле выражалась в возникновении все более сложных прогрессивных форм, причем прогрессивные виды, роды, классы, в период своего возникновения внешне выглядевшие беспомощным рядом с могучими современниками (но эволюционными предшественниками), быстро вытесняли последних с лика планеты. Так, на суше «век» земноводных сменился «веком» пресмыкающихся. Первые млекопитающие казались бессильными (они были небольшими по размерам) рядом с гигантскими бронтозаврами или динозаврами, однако они победили, и «век» рептилий сменился «веком» млекопитающих. Первобытный человек также выглядел слабым по сравнению с мамонтами и пещерными медведями или с саблезубыми тиграми. Но победителем в этой борьбе все-таки вышел первобытный человек, потому что самым ходом развития жизни на Земле он был поставлен как бы на острие эволюционного процесса и потому был эволюционно всемогущ, объективно неодолим.

Это эволюционное преимущество человека перед другими живыми существами сразу же, с момента его появления, было подкреплено социальными факторами, которые в дальнейшем стали играть решающую роль, — производительными силами,

---

<sup>1</sup> Ю. И. Семенов. Не люди, а предлюди. «Природа», 1973, № 2, стр. 78.

производственными отношениями, общественным сознанием. Очень показательно, что общественное сознание, еще совсем слаборазвитое в ту пору, все-таки сумело зафиксировать ощущение человеческого могущества: всякого рода заклинаниями и магическими обрядами первобытный человек пытался прямо воздействовать на стихийные силы природы, наложить на природу, пользуясь выражением Ф. Энгельса, печать своей воли. Едва ли надо объяснять, что попытки такого рода были тщетными, что никакая магия не могла повлиять на стихию. Но до человека не было и нет ни одного живого существа, которое попыталось, хотя бы в такой неверной, иллюзорной форме, навязать свою волю природе. В эволюционном отношении — это заслуживающий внимания факт.

Реальное же могущество человека резко возросло с освоением огня: огонь явился первой природной силой, которую человек действительно поставил под свой контроль. Долгое время считалось, что первобытный человек ознакомился с огнем от случая к случаю — при лесных пожарах, например. Но скорее прав Б. Ф. Поршнев, который связал освоение огня с производственным процессом, с развитием каменной индустрии: при ударе камня о камень высекались искры, от них воспламенялись какие-либо горючие материалы, так что с огнем человек сталкивался не случайно, а постоянно. Считается, что пользоваться огнем человек научился на очень ранних стадиях своего развития, умел хранить его, а в дальнейшем стал сознательно добывать<sup>1</sup>.

Уже давно мы называем начальную форму организации людей первобытным человеческим стадом. Оно очень медленно эволюционировало к человеческому обществу. Эта эволюция продолжалась, во всяком случае, не менее девяти сот тысяч лет, подразделяясь, вероятно, на несколько этапов. Поскольку перерастание человеческого стада в человеческое общество сопровождалось становлением современного человека, «человека разумного», то процесс этот вполне справедливо определяют словом «антропогенез», а самый период, выделяя главное в нем с эволюционных позиций, называют «антропогеном».

Родовое общество — первая социально-экономическая формация в человеческой истории — возникло в позднем палеолите, то есть 100—50 тысяч лет назад. Вполне логично заключить, что переход от стада к обществу был и первой социальной революцией в истории человека.

---

<sup>1</sup> Недавно в печати появилось сообщение о следующей находке в Азербайджане: «В знаменитой Азыжской пещере — месте стоянки древнего человека, возникшей 250 тысяч лет назад, обнаружен очаг неандертальца. Это самый крупный из всех пяти очагов, известных мировой науке. Его диаметр — семь метров. Подтверждается гипотеза, что люди той эпохи уже могли самостоятельно добывать огонь». В пещере найдены и специально обработанные в ритуальных целях черепа медведей («Правда», 31 марта 1973 г.).

Прародиной человека считаются теплые районы Старого Света, Центральная Африка и Южная Азия. Но человек — это вполне согласуется с его прогрессивным эволюционным положением — вскоре вышел за пределы изначального ареала. Стремление к экспансии относится, безусловно, к кардинальным свойствам живого; невозможно, наверное, дать исчерпывающее определение жизни без учета этой ее особенности.

Тенденцию к экспансии человек унаследовал от своих прапредков, но у него она всегда была усложнена социальными факторами, в частности экспансии способствовало овладение огнем.

Специалисты полагают, что расселение человека по всем пригодным для жизни материкам завершилось в верхнем палеолите к началу неолита (не позднее, чем за 12 тысячелетий до наших дней). На рубеже палеолита и неолита произошла, таким образом, первая пространственная (географическая) революция в истории человека, и этот период может быть назван эпохой георасселения.

На протяжении всех последующих тысячелетий люди существовали на разных материках изолированно друг от друга. Они создавали в разных районах земного шара разные цивилизации, образовывали государства, которые враждовали или дружили с соседями, но сколько-нибудь постоянных взаимосвязей между материками в то время не существовало.

Положение стало меняться лишь с XVI века нашей эры, с начала эпохи Великих географических открытий. К концу XVIII века практически уже со всеми населенными материками, между всеми крупными народами установились более или менее постоянные экономические и политические связи. В это же время происходили энергичные миграции из густозаселенных районов в слабообжитые районы, происходило заселение земного шара (процесс продолжался и в XIX веке). И если расселение человека по земному шару мы вправе называть первой пространственной революцией, а сам период — эпохой георасселения, то ничуть не меньше у нас оснований полагать, что на позднее средневековье и новое время пришлось вторая пространственная (географическая) революция, а сама эпоха стала эпохой геоэзаселения.

К началу XIX века закончилось изолированное существование народов: они образовали единую взаимодействующую систему народов. На протяжении XIX в. число жителей Земли увеличивалось не быстро, но именно на этот век пришелся гигантский скачок в потреблении людьми всякого рода сырья и продуктов: к концу века уже с полным основанием заговорили, что за одно последнее столетие добыто того-то и того-то столько же или больше, чем за всю предшествующую историю. И это вполне объяснимо.

Человечеству как системе, как организованному целому требуется больше продуктов и продукции, чем тому же количеству

разрозненных людей: системе необходимы сырье и энергия для поддержания собственного существования.

Отсюда еще один, важный с физико-географической точки зрения вывод: только с организацией человечества в систему начался всепланетный процесс преобразования Земли.

Стало быть, это произошло на рубеже XIX и XX столетий, и тогда же перед физической географией возникло множество новых, крупнейших по масштабу проблем, имеющих как теоретическое, так и практическое значение для всего мира.

Надо, впрочем, отметить, что простое определение человечества как новой геологической силы звучит несколько абстрактно. Не вдаваясь в особые подробности, приведем все-таки несколько примеров, отражающих количественную сторону явления.

Так, человек, добывая полезные ископаемые и производя строительные работы, перемещает и перерабатывает в год триллионы тонн твердой горной массы, и величина эта лишь немного уступает тому количеству твердых осадков, которое выносят в океан все реки нашей планеты. Масса переработанных ежегодно минеральных и органических веществ сравнима по массе с горным массивом Килиманджаро—высочайшим в Африке. Добывая нефть и газы, человек триллионы кубометров их перемещает под землей, выкачивает из земли и выносит на поверхность. За последнее столетие промышленные предприятия «добавили» в атмосферу около 360 млрд. т углекислого газа, что увеличило его среднюю концентрацию почти на 13%. Ныне, когда ежегодно сжигается примерно 2500 млн. т угля, 1500 млн. т нефти, большое количество природного газа, в атмосферу добавляется каждый год 8—10 млрд. т углекислого газа (а он, как известно, утепляет Землю).

Поступает в атмосферу и огромное количество твердых веществ, также изменяющих ее свойства. Например, на территорию США ежегодно выпадает около 130 млн. т различных веществ, причем только 20% из них естественного происхождения.

Известно, что крупнейшая река Европы — Волга, но строительство ГЭС практически совершенно изменило ее гидрологический режим.

25 января 1972 г. в газете «Правда» Ф. Ф. Давитая<sup>1</sup> высказал следующие любопытные соображения в интервью корреспонденту: «По нашим подсчетам, количество кислорода в атмосфере ежегодно уменьшается более чем на 10 млрд. т. Если и впредь будет продолжаться его расходование в таких размерах, то две трети суммарного количества свободного кислорода атмосферы и гидросферы будут исчерпаны за сто с небольшим тысяч лет.

---

<sup>1</sup> Давитая, Феофан Фарнеевич (р. 1911) — советский климатолог и агрометеоролог, доктор сельскохозяйственных наук, академик АН Грузинской ССР. Основные работы посвящены практической климатологии.

Соответственно содержание углекислого газа в атмосфере достигнет чрезмерной концентрации.

— Значит, существенное уменьшение запасов свободного кислорода — дело далекого будущего?

— Расчеты показывают, что темп расходования кислорода и повышения содержания углекислого газа в воздухе все возрастает. За последние пятьдесят лет использовано кислорода в процентном отношении столько же, сколько за весь период антропогена, т. е. за последний миллион лет. Это ни много ни мало 0,02% от его запаса в атмосфере. Допустим, что в дальнейшем потребление свободного кислорода возрастет на 10% (при нынешних темпах добычи и сжигания топлива это вполне возможно). В этом случае критическая концентрация кислорода и углекислоты наступит значительно раньше: в обозримом будущем количество затраченного кислорода составит значительный процент современного запаса.

— А разве человечество располагает таким количеством горючего, которое способно поглотить столько кислорода?

— Мы рассчитали: если сжечь все ныне разведанное горючее — уголь, нефть и газ, это уменьшит содержание кислорода в атмосфере всего лишь на 0,5%. Такого же порядка величину получили и американские исследователи. Основываясь на этом, они полагают, что проблема нехватки кислорода, по крайней мере в настоящее время, не возникает. С таким выводом едва ли можно согласиться. Запасы разведанного сырья из года в год растут. По теоретическим подсчетам, только на сжигание органического углерода, имеющегося в недрах земли, потребуется в десять раз больше кислорода, чем его содержится в земной атмосфере.

Значит ли это, будто человечество становится перед реальной угрозой «кислородного голодания»? Нет, конечно. Человек — венец природы. Его разум и интеллект не допустят ощутимого изменения газового состава атмосферы.

Хотя чрезмерное уменьшение запасов кислорода может стать проблемой конца XXI в., совсем не преждевременно подумать о поисках путей сохранения неизменного баланса газового состава атмосферы.

Речь ни в коем случае не идет о замедлении развития производительных сил или каком-то ограничении созидательной деятельности человека. Это противоречило бы здравому смыслу. Но для сохранения стабильности состава атмосферы предстоит искать новые виды энергии, не требующие расхода кислорода, шире использовать водную, ветровую, ядерную энергию, а для дальнейшей перспективы — энергию реакции вещества и антивещества.

Другая сторона той же проблемы. При бурном росте традиционных сейчас видов энергетики количество выделяемого в ат-

мосферу и гидросферу тепла менее чем за сто лет сравнится с тем, что получает наша планета от Солнца. Это существенно «перегреет» Землю и может вызвать нежелательные последствия. Не говорю уже о загрязнении воздуха, которое нарушает термодинамическое состояние атмосферы.

— Каковы, по вашему мнению, основные пути борьбы с этим злом?

— Пути решения проблемы чистого воздуха вполне реальны. Первый — борьба с сокращением растительного покрова Земли. (За исторический период площадь лесов на земном шаре сократилась вдвое, девственных лесов осталось не более 10%. — И. З.), планомерное увеличение в его составе специально подобранных пород, очищающих воздух от вредных примесей...

Большое место в борьбе с загрязнением атмосферы принадлежит орошению пустынь и организации тут культурного земледелия, созданию мощных лесозащитных полос. Предстоит провести огромную работу по уменьшению и полному прекращению выброса в атмосферу дыма и других продуктов сгорания. Все более неотложными становятся поиски технологии для «беструбных» промышленных предприятий, работающих по замкнутой технологической схеме — с использованием всех отходов производства.

Деятельность человека столь грандиозна по размаху, что уже приобрела глобальный природопреобразующий масштаб. До сих пор мы по преимуществу искали, как можно больше взять у природы. И поиск в этом направлении будет продолжаться. Но наступает пора столь же целеустремленно поработать и над тем, как отдать природе то, что мы у нее забираем. Нет сомнения, что гений человечества способен решить и эту грандиозную задачу».

## НЕКОТОРЫЕ АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ

Но как соотносится теория физической географии с наукой и практикой будущего?

Чтобы ответить на этот вопрос, необходимо, в частности, представить себе, какие возможности в интересующем нас плане открывает перед человечеством ядерная физика.

В данном случае первостепенное значение имеет возможность осуществления управляемой термоядерной реакции. Тема эта чрезвычайно популярна, писалось о ней много, и нет необходимости подробно на ней останавливаться. Ныне фактически не осталось скептиков, сомневающихся в том, что рано или поздно человечество получит в свое распоряжение новый огромный источник энергии. Энергия же была и всегда останется альфой и омегой практических возможностей человечества.

Академику Н. Н. Семенову принадлежат следующие соображения и расчеты: «Безграничные запасы сырья (воды) для термоядерного топлива, простота и безопасность его получения, фантастическая энергопроизводительность этого топлива, вероятность прямого преобразования термоядерной энергии в электрическую, отсутствие опасных радиоактивных веществ—все это делает термоядерный процесс поистине великолепным, дающим возможность получать электроэнергию в любых количествах в любой точке земного шара, а если надо, то и за его пределами»<sup>1</sup>.

Что это означает?

Несмотря на высокий уровень энерговооруженности наиболее развитых стран мира, в среднем на одного жителя земного шара в наши дни приходится всего около 1/10 установленного киловатта, что очень мало. Термоядерная же энергия способна в корне изменить положение. «Еще в конце этого или в начале будущего века, — пишет Н. Н. Семенов в той же статье, — можно будет увеличить электровооруженность, например, в 100 раз, то есть довести ее до 10 кВт установленной мощности на человека. Это позволит электрифицировать и механизировать все производства, сельское хозяйство и быт, а при дальнейшем увеличении использования термоядерной энергии, скажем, еще в десять раз откроются уже возможности рационального управления климатом» (разрядка моя.—И. З.).

Итак, со временем ядерная физика создаст реальную базу для активного вмешательства человека в ход климатических процессов. Таково будущее, от которого во многом зависит дальнейшая судьба физической географии, да и само это будущее, несомненно, будет нуждаться в прямых услугах физической географии.

«Управление климатом» — это широко распространенное, но очень неточное и слишком узкое понятие. Собственно, речь идет об управлении всем комплексом физико-географических процессов, потому что климат есть результат этих процессов, и вообще нельзя изменить один компонент так, чтобы не изменились другие.

Какие произойдут изменения в природе, если, допустим, вместо холодного морского течения берега континента начнет омывать теплое течение? Авторы весьма многочисленных подобных проектов обычно отвечают, что климат приморских частей материка станет теплее, появятся новые возможности для развития сельского хозяйства и т. п. Но выше уже рассказывалось, что последствия могут быть и нежелательными...

А что произойдет, если растопить ледники Антарктиды? Климат Земли станет теплее — сам собой напрашивается ответ. Но и

---

<sup>1</sup> Н. Н. Семенов. Человек и природа, «Правда» от 1 января 1961 г.

в этом случае дело обстоит не так просто. Да, уничтожение ледникового щита приведет к значительному повышению температуры в южных полярных широтах — таким будет по крайней мере первоначальный эффект. Далее, уровень океана повысится на несколько десятков метров, океан затопит низменности с наиболее плодородными почвами, оттеснив людей в возвышенные районы. Глубокое проникновение морских заливов в массивы суши сделает их климат более ровным, теплым и влажным. В то же время резко замедлится течение почти всех рек земного шара, в русле их начнут откладываться ил и песок, которые раньше выносились в океан. Повысится уровень грунтовых вод, широкое распространение получат болота, что в свою очередь поведет к изменению процессов почвообразования, характера растительности и т. п. В частности, очевидно, начнут разрушаться черноземы, почвы, сформировавшиеся в условиях недостаточного увлажнения. Ледники Антарктиды особенно быстро росли в то время, когда таяли ледники северного полушария. Не устремится ли освободившаяся влага в обратном направлении, не обрушатся ли на Северную Америку, Азию, Европу небывало сильные ливни? Несомненно, на земном шаре увеличится облачность, и это еще более усложняет анализ. Сейчас средняя температура земного шара составляет около  $15^{\circ}$  тепла, а средняя облачность — 50%. Но если процент облачности возрастет до 60, то средняя температура земного шара снизится на  $10^{\circ}$ . Наконец, освобожденная от груза ледников, всплывет Антарктида. Но большой массив суши, находящийся в высоких полярных широтах, сам по себе является источником охлаждения климата. Имеются расчеты, доказывающие, что если освободившийся ото льда массив суши постепенно вновь увеличится до 500—600 км в поперечнике, то над ним возникнет антициклон и средняя годовая температура суши без всяких дополнительных причин понизится на  $10^{\circ}$  по сравнению с первоначальной; этого уже вполне достаточно для возникновения нового оледенения.

И снова, как видим, одна причина вызывает много сложных последствий (здесь перечислена лишь малая часть их).

А в высшей степени популярная идея уничтожения льдов Арктики? Насколько она реальна? Исследования, проведенные на дрейфующих станциях в Северном Ледовитом океане, как будто показывают, что постоянные морские льды Арктики — явление остаточное, и если их искусственно убрать, то постоянные льды больше не возникнут. Но к каким последствиям это приведет? Пожалуй, нет смысла перечислять их — достаточно предыдущих примеров, но любопытно отметить, что есть такая точка зрения: уничтожение постоянных льдов Арктики приведет к... новому оледенению! Согласно этой гипотезе, среднегодовая температура в лишенной льдов Арктике будет близка к нулю, а испарение с открытой поверхности океана приведет к столь



обильным снегопадам, что снег за короткое лето все равно не будет успевать стаять и начнет накапливаться на островах и побережье, превращаясь в ледники. Кстати, как показали новейшие исследования в период наибольшего распространения ледников в Америке, Европе и Азии, Северный океан вовсе не был «ледовитым»: поверхность его оставалась открытой и предоставляла влагу для материковых льдов.

И если бы сегодня перед человечеством действительно встала проблема уничтожения ледников Антарктиды или льдов Арктики, наука не смогла бы с полной ответственностью перед будущим определить, какие изменения произойдут в результате на земном шаре, целесообразно ли, полностью или частично, уничтожать ледники.

Но завтра эта проблема встанет. И решать ее предстоит физической географии, ибо изменение природы в широких масштабах, перераспределение тепла, влаги, обводнение пустынь — это реальное будущее человечества, которое обеспечивается ядерной физикой.

Уже сейчас совершенно очевиден разрыв между техническими возможностями воздействия на природу и нашими знаниями о том, как поведет себя измененная природа. Но этот разрыв недопустим, и объективные требования практики таковы, что он, несомненно, будет ликвидирован уже в недалеком будущем. Вот это реальное практическое требование и определяет во многом будущее физической географии, ее положение среди других наук: физической географии самой логикой человеческой истории суждено вновь стать одним из лидеров естествознания будущего.

Уже этих соображений достаточно для того, чтобы утверждать — теория физической географии станет непосредственной производительной силой.

Самая сущность коммунизма обязывает человека разумно обращаться с природой, обязывает его, как писал Маркс, формировать «материю также и по законам красоты»<sup>1</sup>, что просто невозможно без знания теории физической географии.

Но будущее, которое возьмет на вооружение термоядерную энергию, предъявляет к физической географии еще более ответственные требования.

Поскольку очевидно, что близится эпоха термоядерной энергии и дополнительное тепло во все возрастающих количествах начнет поступать в географическую оболочку, постольку бесспорно, что существует определенный физико-географический предел использования термоядерной энергии на Земле. Именно физико-географам предстоит установить этот предел, предстоит выяснить, насколько может быть повышена средняя температура в

---

<sup>1</sup> К. Маркс и Ф. Энгельс. Из ранних произведений, стр. 566.

пределах географической оболочки и к каким это поведет последствиям.

Естественный источник энергии для всех процессов, протекающих у поверхности Земли, — солнечная радиация. Теоретически (да и практически, при помощи полупроводников) возможно прямое преобразование солнечной энергии в электрическую. Не разумнее ли в таком случае делать ставку на все более полное использование солнечной, а не термоядерной энергии, тем более что превращение первой из них в электроэнергию не вызовет перегрева земного шара (так считает Н. Н. Семенов)?

О значении гелиоэнергетики для будущего существуют разные точки зрения. Давно уже раздаются призывы строить гелиостанции в пустынных и вообще богатых ясными днями районах. Полупроводники позволяют широко использовать солнечную энергию в быту, и, скажем, Д. Томсон к этому и сводит будущее гелиоэнергетики<sup>1</sup>.

Совсем иначе рассматривает проблему Н. Н. Семенов, и тут вновь обнаруживаются контакты между физикой, энергетикой и физической географией.

Заканчивая разговор о значении для человечества термоядерной энергии, Н. Н. Семенов пишет: «Столь же грандиозные перспективы откроются перед человеком, если мы научимся превращать солнечную энергию в электрическую с к. п. д., несколько превышающим тот, который имеет место в растениях. Солнце посылает на Землю столько тепла, что каждые две с половиной минуты можно было бы доводить до кипения такое озеро, как Севан. Большая часть этого излучения, правда, рассеивается и отчасти поглощается атмосферой, а до поверхности доходит около 40%. Но если бы все то, что получает Земля от Солнца, превратить в электричество с к. п. д., скажем, 20%, то мы оказались бы богаче, чем при предельном использовании термоядерной энергии. Правда, для этого пришлось бы покрыть кассетами с фоточувствительной жидкостью всю поверхность суши и воды, не говоря уже о грандиозных технических трудностях создания таких покрытий на океанах. Но даже десятой доли полученной энергии было бы достаточно для полного обеспечения электричеством населения, в десятки раз превышающего современное.

Вот второй грандиозный потенциальный источник энергии.

Солнечная энергия имеет много преимуществ, но она крайне рассредоточена. Собирать ее надо, как урожай в сельском хозяйстве, с огромных площадей. В силу этого, по-видимому, единственный технически приемлемый путь ее сбора — покрытие поверхности слоем фоточувствительной жидкости или водной эмульсии, покрытым тонкой пластической пленкой. Богатый энергией продукт выделяется на центральной станции и исполь-

---

<sup>1</sup> См.: Д. Томсон. Предвидимое будущее. М., 1958, стр. 51.

зуется в электрических элементах типа топливных с к.п.д., близким к 100%.

Кроме больших технических трудностей, решение этой задачи потребует значительной научной работы»<sup>1</sup>.

Представим себе, что преодолены «грандиозные технические трудности», что, скажем, примерно на половине земного шара между солнечным лучом и поверхностью суши и Мирового океана оказался «слой фотоувствительной жидкости, покрытый тонкой пластической пленкой». К чему же это приведет?

Ответить на этот вопрос гораздо проще, чем может показаться на первый взгляд: к катастрофе, к физическому уничтожению человечества, к тому, увы, печальному факту, что некому будет пользоваться неиссякаемым источником энергии для производства материальных благ. Воистину символично, что крупный физик современности строит свои проекты, полностью пренебрегая остальным естествознанием, науками о Земле прежде всего, коль скоро речь идет о покрытии «пластической пленкой» земного шара. Символично и печально! Даже как предположение, как догадка, просто как допущение мысль, что можно отделить солнечный луч от воды и земли, от зеленого листа, невероятна.

В самом деле, ведь это означает прекращение круговорота воды в биосфере, ведет к нарушению биогенного круговорота веществ, фактически прекращает процесс почвообразования, изменяет газообмен на Земле, причем количество кислорода начинает быстро уменьшаться, нацело перестраивает циркуляцию воздушных и водных масс; право же, дальнейшие перечисления излишни.

Последующие рассуждения Н. Н. Семенова гораздо основательнее и перспективнее. Допуская, что принципиально возможно создание катализаторов с высоким к.п.д., он полагает, что при использовании под поверхность облучения только одной десятой площади материков (без Антарктиды) можно создать 60 тысяч электростанций, равных по мощности Красноярской ГЭС, а это уже само по себе существенный вклад в энергетику будущего.

Надо, однако, иметь в виду, что десятая часть площади материков — это очень много, ибо не всякая «часть» пригодна для облучения: не идут в счет районы с высоким процентом облачности, с полярной ночью. Но при такой постановке вопроса уже не возникает категорических возражений со стороны физической географии, хотя обязательно потребуются предварительный физико-географический анализ возможных последствий, поскольку и в этом случае речь идет об определенном нарушении хода природных процессов. Думается, что именно физико-географы долж-

---

<sup>1</sup> Н. Н. Семенов. Наука и общественный прогресс. «Известия» от 1 июля 1961 г.

ны будут выбирать районы облучения, учитывая не только энергетическую сторону дела, но прежде всего характер возможных последствий. Вероятно, удобной зоной явится полоса экваториальных штилей на океане (мы допустили, что технические трудности сняты), относительно бедная, кстати, живыми организмами (меньше будет всяческих нарушений).

Вообще о трудности всяких предсказаний можно судить по тому, как обстоит дело с прогнозированием погоды. Даже сложнейшие вычислительные машины не избавили синоптиков от ошибок, но традиционные остроты по их адресу неуместны: синоптикам приходится иметь дело с очень сложными процессами. Однако физико-географам придется анализировать еще более сложный комплекс процессов, как только дело дойдет до крупных преобразований. На этом уровне развития физическая география, несомненно, прибегнет к помощи кибернетики, сближение с которой уже началось.

Наконец, необходимо подчеркнуть, что любое крупное преобразование природы потребует глубокого и полного знания взаимосвязей процессов, протекающих в географической оболочке, еще и потому, что значительные изменения водной части географической оболочки непременно сказываются на других ее частях. Когда уменьшается ледовитость северных морей, заметно повышается уровень озер в Экваториальной Африке, а уровень Каспия, наоборот, понижается; с интервалом в два-три года падает и уровень озера Мичиган в Северной Америке. Таяние ледников Арктики ускоряет рост коралловых островов в тропической полосе Тихого и Индийского океанов.

Эти обстоятельства ставят перед физической географией еще одну, пожалуй самую трудную, проблему, которую непременно придется решать будущим преобразователям природы.

В сравнительно недавнем прошлом в Америке был выдвинут проект, предлагающий отклонить теплое течение Гольфстрим от берегов Европы и направить его к берегам Северной Америки. Как известно, климат северной половины Европы находится под самым непосредственным влиянием Гольфстрима: благодаря ему не замерзают моря, омывающие Скандинавию, растут леса в Норвегии и т. п. Атлантическое же побережье Северной Америки омывается холодным Лабрадорским течением, резко смещающим на юг границы тундры.

Представим себе, что Гольфстрим действительно отклонен к берегам Америки; вероятно, климат американского побережья станет теплее, но климат Европы заметно ухудшится, леса, очевидно, сменятся тундрой, надолго начнут замерзать северные моря, пропадут важнейшие промысловые рыбы и т. д.

Стало быть, этот проект гангстерский по своему существу, ибо предполагает улучшение климата Америки за счет Европы, и для подлинных ученых, придерживающихся гуманистических

принципов, подобный подход к изменению природных условий просто немыслим.

Значит, приступая к преобразованию природы крупных районов, физико-географы будут обязаны предсказать не только те изменения, которые произойдут в данном районе, но и те, которые могут произойти в природе других, подчас очень удаленных районов земного шара. Если, скажем, улучшение климата Азии (это условный пример) поведет к ухудшению климата Австралии, то от такого проекта придется отказаться. А вот пример уже не условный. Если вопрос об искусственном уничтожении льдов Арктики встанет как вопрос практический, то придется прогнозировать изменения природной обстановки не только на территориях, прилегающих к Северному Ледовитому океану, но и в Экваториальной Африке.

Итак, чем масштабнее становится вмешательство человека в ход природных процессов, тем очевиднее, что обязательные для всех подлинных ученых принципы гуманизма предъявляют свои требования и к теории физической географии.

## **ДВА НОВЫХ ПЛАНЕТНЫХ ФЕНОМЕНА — ТЕХНОСФЕРА И НООСФЕРА**

Даже человеку, специально не занимающемуся естественными науками, несложно представить себе, что возникновение новых компонентов в географической оболочке должно было приводить — и приводило — к возникновению новых производных продуктов. Так, появилась вода — и появились морские и речные осадочные породы. Производное растительности — каменный уголь, торф; мельчайших живых организмов — толщи известняков, доломитов и т. п. Климат, бактерии, растительность и животные коллективно создали из горных пород почву...

Вполне закономерно, что и человечество, став еще одной системой земного шара, еще одной его сферой<sup>1</sup>, вызвало к жизни новые продукты, новые явления, притом столь значительные, что их точнее определять как новые планетные компоненты.

Иначе говоря, если возникновение человечества явилось в эволюции планеты этапом колоссального значения, то это отнюдь не означает, что эволюция на нем закончилась и в дальнейшем возможно лишь изменение природы человеком. Планетная эволюция продолжается, темпы ее колоссальны, но определяется она теперь человечеством как новой геологической силой.

---

<sup>1</sup> В современной географической, философской, социологической литературе довольно широко употребляется термин «антропосфера», образованный по аналогии с «литосферой», «биосферой» и т. п. Его ввел в отечественную литературу еще в 1902 г. Д. Н. Анучин (1843—1923) — крупнейший советский географ, антрополог, этнограф и археолог.

Сейчас уже определенно выделились два основных производных от человеческой деятельности: техносфера и ноосфера.

Еще в 20-х годах нашего века натуралисты осознали, что на земном шаре в планетарном масштабе идет техногенез, процесс создания техносферы. Как элементы в нее входят городские и сельские поселения, промышленные и сельскохозяйственные предприятия, колоссальный — миллиардный — парк всяческих машин и механизмов, средства транспорта и связи, энергетические системы снабжения и обслуживания, дороги, мосты и т. п.

В сущности, вся или почти вся материальная жизнь цивилизованного человека связана с каналами техносферы, а сама техносфера уже вышла из прямого, непосредственного подчинения человеку, закономерности ее развития приобрели характер объективных закономерностей.

Но что такое техносфера, если подойти к определению ее не перечислительно, а по существу? Это — и наиболее всего подходит в данном случае формула К. Маркса — «овеществленная сила знания». Знания народного, и знания научного, конечно.

Вероятно, мы вправе считать провозвестниками техногенеза каменные топоры и ловчие ямы, первые гончарные изделия и дротики... Но безусловно, что с появлением человека на Земле начался ноогенез — производство знания, накопление пусть примитивной, но жизненно совершенно необходимой человеку информации, которая потом передавалась из поколения в поколение.

В неолите, когда произошло расселение человека по земному шару, точечные огоньки ноогенеза затеплились на всех континентах. Они разгорались кострами в густо населенных древних цивилизациях. «Костры» сомкнулись над планетой после изобретения книгопечатания, телеграфа, телефона, радио, телевидения, и тогда возникла ноосфера, сфера разума, сфера знаний, еще одно реальное земное явление<sup>1</sup>.

Ноосфера воплощается в социальных, научных, технических, художественных комплексах, а также в преобразованной чело-

---

<sup>1</sup> Небезынтересно отметить, что выделение техносферы и ноосферы как особые явления планетного масштаба — достижение советской науки и связано с именем В. И. Вернадского. Еще в 1923 г. он писал о «единой и организованной мировой технике» (термином «техносфера» он не пользовался), которую определял как ранее небывалый геологический фактор. В. И. Вернадский же в числе первых понял, что научная мысль перестает быть достоянием отдельных ученых и даже наук. В 1938 г. он написал работу «Научная мысль как планетное явление», предвосхитив в ней многие позднейшие рассуждения о ноосфере. Понимание научной мысли как явления, так сказать, «объективизированного», планетного — достижение, несомненно, большого методологического значения. Ныне идеи В. И. Вернадского развиваются советскими философами и учеными.

веком природе. «Овеществление» знания происходит непрерывно, и — через техносферу — оно меняет облик планеты и в худшую и в лучшую сторону, но уже отмечалось, что первое — явление исторически временное.

Появление техносферы и ноосферы в истории планеты столь же важно, как и появление атмосферы, гидросферы, жизни; исторически они в одном ряду с ними, но роль их выходит за рамки бытия нашей планеты; оба новых компонента уже вышли за пределы земного шара, они прокладывают человеку дорогу в космос. С их помощью жизнь выходит на новый пространственный и исторический рубеж, и человечество вступает в новую — космическую — фазу существования, в самом начале которой мы сейчас находимся.

### **ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СРЕДА, СРЕДА ОБИТАНИЯ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ПЛАНЕТЫ**

Заканчивая краткий разговор о проблеме «человек и природа», остановлюсь на таких широко употребляемых понятиях, как «географическая среда», «среда обитания», «природная среда». Понятия эти не синонимы. Наиболее близок теории физической географии первый термин.

Географическая среда — естественная среда жизнедеятельности человека, и для уяснения сути этого понятия необходимо выяснить, какие именно природные условия делают возможным существование человечества. Ответить на этот вопрос нетрудно: воздух, вода, солнечное тепло, горные породы и полезные ископаемые, почва, растительность, бактериальный и животный мир. Совокупность этих природных компонентов удовлетворяет как физиологические, так и производственные потребности человека, позволяет ему дышать, пить, есть, а человеческим коллективам — производить сельскохозяйственную продукцию, развивать промышленность. Достаточно удалить хотя бы один из этих компонентов — и человечество погибнет: они нужны в комплексе. Эта совокупность природных явлений и есть географическая оболочка, биогеносфера, которая по отношению к человечеству является средой его жизнедеятельности, географической средой; иначе говоря, географическая среда — это биогеносфера, соотнесенная с человеческим обществом, рассматриваемая под особым углом зрения; если с естественноисторической точки зрения биогеносфера включает в себя человечество, то географическая среда — это та же биогеносфера, только без человеческого общества, противопоставленная ему как среда жизнедеятельности. Следовательно, дело тут в методологии, в подходе; когда же некоторые географы говорят о биогеносфере, географической среде как о синонимах, то имеется в виду их природное, качественное совпадение.

Ну а в какой среде находились астронавты, совершавшие походы и поездки по Луне?.. Очевидно, не в географической, — они находились в лунной среде. Космонавты при выходе в открытый космос уже побывали в космической среде, в сравнительно недалеком будущем могут оказаться в марсианской среде и т. п. При всем различии этих сред есть у них одно общее — все они «природная среда». Таким образом, понятие «природная среда» — значительно более широкое понятие, чем «географическая среда»; в соотношении с человеком это практически всеобъемлющее понятие; оно, кстати, имеет значение и для анализа земных взаимоотношений человека с окружающим миром, ибо человек уже вышел за пределы географической среды в точном смысле этого термина, например освоил стратосферу.

Но жизнь человека протекает не только в условиях естественной природной среды: уже со времени возникновения первых постоянных поселений человек начал создавать для самого себя особую среду обитания, облегчавшую ему борьбу за существование.

Нынешние города — пример такой искусственно созданной среды обитания; разумеется, в городах имеются компоненты природной среды, свой особый животный и растительный мир, но характер их определяется прежде всего элементами техносферы и ноосферы.

Непрерывный, все ускоряющийся рост городов убеждает, что сам по себе процесс создания особой среды обитания был и остается прогрессивным явлением.

Однако сложные процессы, протекающие в пределах биосферы, обычно имеют не однозначные последствия. Так произошло и с созданием искусственной среды обитания: человек лишь недавно заметил, что созданная им искусственная среда, обслуживающие ее предприятия оказывают все усиливающееся воздействие на естественную географическую среду, причем влияние чаще всего негативное.

В докладе В. А. Кириллина «О мерах по дальнейшему улучшению охраны природы и рациональному использованию природных ресурсов» на Четвертой сессии Верховного Совета СССР («Правда», 20/IX 1972) подчеркивались, в частности, следующие моменты:

«Проблема окружающей среды представляется чрезвычайно важной и с точки зрения сохранения существующих видов растений и животных. Как известно, непродуманные действия привели к тому, что некоторые из них практически исчезли с лица земли. Этот процесс продолжается и в настоящее время, в результате чего могут быть безвозвратно утрачены ценные генетические ресурсы.

Большую важность имеет вопрос о возможных генетических изменениях под влиянием ухудшающихся условий окружающей



среды. Многие попадающие в воздух, воду и почву химические вещества, тяжелые металлы, органические соединения отрицательно влияют на здоровье человека и других живых организмов и могут вызвать изменения в их носителях наследственности».

У читателей-неспециалистов представление о наследовании обычно связывается только с биологическими структурами (передача родителями своих признаков детям и т. п.). Но в современной науке наследование — как принцип, как природная закономерность — рассматривается значительно более широко и прямо связывается со способностью материи сохранять и передавать информацию о прежнем и теперешнем своем состоянии. Простейший пример: растворенные соль или сахар при выпаривании выпадают из растворов в виде кристаллов прежней формы и с прежними свойствами, значит, в растворах сохранялась информация о прежнем состоянии соли или сахара. В более общем плане это означает, что минералы земной коры обладают кристаллическим кодом. Представления о различного рода круговоротах в природе давно вошли в науку, в физическую географию в том числе. Но возвращение к прежнему состоянию — даже если оно не абсолютно и происходит по спирали — тоже предполагает действие в природе принципа наследования; круговороты — это как бы внешняя сторона процессов, наследование — глубинная.

Появление жизни на Земле — это одновременно и появление в материи генетического кода, способности воспроизводить себе подобных. С момента появления жизни, особой формы записи наследственных признаков, и начали накапливаться генетические ресурсы планеты, ее генофонд, беспокойство о состоянии которых высказывается ныне все более и более часто.

Итак, генофонд — это совокупность видовых наследственных кодов, с помощью которых в биогеносфере непрерывно воспроизводятся одни и те же виды живых организмов. Генетические ресурсы, генофонд — это самый глубинный, самый сокровенный и еще не названный компонент биогеносферы, это — выражение ее сути и одно из важнейших выражений эволюционного процесса на Земле; сохранение жизни, развитие жизни — все это реализуется через генофонд, а его состояние зависит от чистоты и «здоровья» биогеносферы.

Многообразно разветвленные цепочки родственно связанных генетических кодов существуют непрерывно со времени возникновения жизни до наших дней, — жизнь не прекращалась на планете.

Из этого, конечно, не следует, что видовые наследственные коды не разрушались, не исчезали, что не было разорванных эволюционных цепочек и тупиковых ответвлений. Огромное количество вымерших видов, родов, семейств свидетельствует об обратном: видовые наследственные коды возникают (появление

нового вида), совершенствуются (расцвет вида), потом как бы стираются, распадаются (старение вида, появление уродливых форм, гипертрофия отдельных органов, гибель вида); так на глазах человека исчезли мамонты, саблезубые тигры, пещерные медведи. Невечность конкретных наследственных кодов как раз и гарантирует вечность жизни, ее непрерывное развитие, смену и совершенствование форм.

В соответствии с эволюционным пониманием бытия нашей планеты можно утверждать, что генетический фонд Земли возрастал количественно, непрерывно изменялся и усложнялся качественно. В разные геологические эпохи складывались разные генетические комплексы на планете: например, генокомплекс эпохи расцвета пресмыкающихся резко отличен от современного генокомплекса — комплекса эпохи млекопитающих. Но как бронтазавры и динозавры могли бурно развиваться лишь на определенном генетическом фоне планеты, точно так же и млекопитающие могут процветать не на любом, а на конкретном генетическом фоне. А на острие эволюционного процесса находимся сейчас мы, люди. Миллионами незримых нитей мы связаны с генетическим фондом планеты; в нем — и наше прошлое, и наше настоящее, и в значительной степени будущее. Если начнет разрушаться сотни тысячелетий складывавшийся генетический комплекс современности, если начнут множиться уродливые патологические формы, все это неизбежно скажется на человеке, на его физическом и духовном состоянии.

Вот почему борьба за сохранение современного генофонда и — как условия — за чистоту биогеносферы есть наша прямая практическая задача.

Борьба прежде всего за химическую чистоту географической среды. Вопрос очень серьезен, и потому его следует особо подчеркнуть, еще сравнительно недавно в специальной литературе о химическом изменении окружающей природы писалось в тонах вполне положительных. Авторы подобного рода выступлений обычно ссылались на В. И. Вернадского. Авторитет этого выдающегося ученого очень велик, им были подняты многие проблемы, по-настоящему ставшие актуальными лишь в наши дни. Он, может быть, глубже своих коллег-естествоиспытателей заглядывал в будущее. Однако предположения В. И. Вернадского об объективно-положительном характере химического изменения географической среды человеком (наиболее определенно это выражено в его статье «Несколько слов о ноосфере»<sup>1</sup>), как теперь стало очевидно, практикой не подтвердились; сегодня разум человека, его научная деятельность направлены как раз против

---

<sup>1</sup> Одно из последних переизданий — в кн.: В. И. Вернадский. Биосфера. М., 1967. См. также: И. П. Герасимов. Человек и среда. Современные аспекты проблемы. «Известия АН СССР». Серия географическая, 1971, № 1.

подобной «ноосферизации» географической среды, на сохранение биогеносферы в химически естественном состоянии. В этой связи небесполезно напомнить о реакции общества на химикаты: изобретатель ДДТ был удостоен Нобелевской премии, а четверть века спустя употребление этого инсектицида было запрещено законом во многих странах. (Уже описанные свойства биогеносферы приводят, кстати, к тому, что, использованные в одном месте, химикаты быстро распространяются по всей планете; так, ДДТ обнаружен в Антарктике, в печени пингвинов.)

Итак, есть природа — материя во всем многообразии ее форм и движения, с которой у человечества имеются самые разнообразные связи и которая по отношению к человеку есть или может быть его природной средой. И существует биогеносфера — крохотная часть природы, ныне обогащенная техносферой и ноосферой, — в настоящее время она делает возможным существование человечества, но отнюдь не ограничивает его связей с внешним миром; непосредственно по отношению к человечеству это и есть его географическая среда; имея в виду космический процесс, мы вправе утверждать, что географическая среда локальна не только в пространстве, но и во времени: она всегда будет геосредой для землян, но человечество, несомненно, выйдет за ее пределы; в этом плане «среда обитания» (она потребует человека повсюду) — понятие более широкое, чем «географическая среда»; последняя — корень, а сколько ветвей даст росток, предсказать невозможно.

## ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И КОСМОС

### КОСМИЗАЦИЯ НАУКИ И ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

**В** 1543 г. вышло в свет бессмертное сочинение Николая Коперника «Об обращениях небесных сфер», положившее конец геоцентрической системе, поставившее Землю — одну из планет — на принадлежащее ей место. Книга Коперника утверждала новую, чрезвычайно важную идею — мысль о единстве мира.

Истина эта давно утвердилась в науке. Но было бы неправильно думать, что переворот в мировоззрении, совершенный Коперником и продолженный великими мыслителями Джордано Бруно и Галилео Галилеем, стал к нашему времени достоянием только истории.

Два основных следствия для земного естествознания вытекают из коперниканского миропонимания.

Если Земля — это небесное тело, вращающееся вокруг своей оси,двигающееся вокруг Солнца, испытывающее многообразное влияние космоса, то необходимо научиться использовать эти обстоятельства в конкретных науках о Земле, при исследовании Земли. Так, собственно, и развивалась наука. Если взять для примера физическую географию, то можно отметить, что учения о зональности, циркуляции воздушных масс, о морских течениях строились с учетом планетарных особенностей Земли, ее космических связей.

И все-таки до последнего времени не все в этом направлении обстояло благополучно. Как ни курьезно, но геологи-тектонисты, например, по существу рассматривали Землю как неподвижное тело, поскольку искали причины горообразования только в недрах планеты, совершенно не учитывая ее особенностей как небесного тела. В 20-х годах нашего века мысль о зависимости частоты сердечных приступов от солнечной активности и, следовательно, состояния силовых полей Земли казалась абсурдной, а ныне существует целый раздел медицины, изучающий эту проблему. Более того, сейчас выдвигаются соображения о связи между космическими излучениями и эволюцией жизни на Земле, о связи между солнечной активностью и землетрясениями. В сущности только в наши дни космос начал властно вторгаться во все области земного естествознания. Примерами тому могут служить

и новые науки — гелиогеофизика, изучающая систему Солнце — Земля, точнее, влияние солнечных процессов на физику земной атмосферы, и гелиобиология.

Но если земное естествознание медленно «космизировалось» путем привлечения в теорию внешних астрономических факторов, то хуже обстояло дело с другим следствием коперниканского миропонимания, а именно: коль скоро Земля — небесное тело в ряду других небесных тел, то наши знания о ней имеют не только местное, но и широкое космическое значение. Иначе говоря, если мы признаем Землю небесным телом, то, во-первых, мы вправе распространять наши знания о ней на иные, сходные по природе небесные тела, и, во-вторых, сравнивая планеты, можем проверять и уточнять наши познания о Земле. В последовательном осуществлении этого принципа и заключается завершение коперниканского переворота в естествознании, выразившееся в создании «звездноземных» наук.

Постепенно и незаметно космическое стало мирно «уживаться» с земным. Аналогичный, но еще более отчетливый процесс протекал и в науке. Еще до запуска первого искусственного спутника Земли началась космизация земного естествознания, возникли такие науки, как астроботаника, астрогеология<sup>1</sup>, астрогеография<sup>2</sup>.

Полеты спутников и космических кораблей усилили и ускорили этот процесс, и в наши дни естествознание практически перестало быть геоцентричным. Есть все основания говорить о возникновении геокосмологии — широкой области науки, изучающей Землю во взаимодействии с космосом и использующей знания о Земле для изучения космоса. Геокосмология — это ответ науки на объективное требование истории выйти в космос. Естествознание вступает в новый, высший этап развития, соответствующий космической фазе существования человечества, его коммунистическому будущему.

Уже четко прослеживаются многие тенденции геокосмологической эволюции естествознания, но, поскольку в этой книге в центре внимания находится физическая география, разговор целесообразно начать с выяснения ее места в геокосмологии.

Продолжить физическую географию в космос, использовать ее достижения при исследовании других планет удастся, разумеется, лишь в том случае, если биогеносфера Земли — явление не

---

<sup>1</sup> Термин предложен в 1876 г. русским философом В. В. Лесевичем в работе «Опыт критического исследования основоначал позитивной философии» и возобновлен в 1949 г. В. Г. Фесенковым в книге «Современные представления о вселенной». В 1954 г. он обоснован М. С. Эйгенсеном в статье «О некоторых смежных вопросах космогонии и геологии». «Ученые записки Львовск. ун-та», т. 31. Серия геологическая, № 7.

<sup>2</sup> Термин предложен автором в 1957 г. в книге «Основные проблемы теории физической географии», но восходит к «астрономической географии» П. П. Семенова-Тян-Шанского (1856).

уникальное, если аналогичные образования имеются и на иных небесных телах (от этого будет зависеть и космическое будущее человечества). По понятным причинам мы можем пока практически судить лишь о планетах Солнечной системы.

В интересующем нас плане Солнечная система должна быть рассмотрена прежде всего с точки зрения: а) размера входящих в нее тел и б) характера слагающего их вещества.

Как уже говорилось, кроме центрального светила, Солнца, в солнечную систему входят планеты (Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун и Плутон), астероиды, кометы, различные метеорные тела. По своим природным свойствам они очень и очень различны и, главное, далеко не все из них способны к сложным эволюциям. Нас же могут заинтересовать только тела, способные к активному развитию, и это позволяет произвести особую классификацию членов солнечной системы.

Первым таким классификационным признаком и является размер. Дело в том, что мелкие небесные тела, не имеющие внутренних источников энергии, лишь пассивно отражают изменения внешних условий и не испытывают направленного развития. Расчеты показывают, что только тела, соразмерные с Луной, начинают саморазогреваться, обретают внутренний источник энергии и, следовательно, получают возможность активно взаимодействовать с космосом и даже изменять вокруг себя космическое пространство. Это обстоятельство сразу же исключает из сферы наших интересов все метеорные тела и все астероиды.

Второй классификационный признак — характер вещества. Лишь твердое вещество способно необратимо изменяться в процессе нагревания и остывания; газовое вещество такой способностью не обладает. Из этого следует, что, не говоря уже о кометах, не могут эволюционировать и все планеты-гиганты — Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун, потому что все они представляют собой огромные газовые, преимущественно водородные, шары.

Итак, развиваться в интересующем нас направлении способны лишь сравнительно крупные небесные тела, состоящие из твердого вещества. Этим требованиям удовлетворяют планеты земной коры: Меркурий, Венера, Земля с Луной и Марс. Остается еще Плутон, находящийся на самом «краю» солнечной системы. О нем пока мало что известно, но все равно нет никакой надежды, что там возникла биосфера и, стало быть, возможна жизнь. «Беда» Плутона в том, что он находится слишком далеко от Солнца и поэтому имеет чрезвычайно низкую температуру (ниже минус 200°).

Этот пример показывает, что при ознакомлении с солнечной системой можно воспользоваться еще одним классификационным признаком — температурным. Жизнь, основанная на углеродных соединениях, способна возникнуть и развиваться лишь при внешних температурах от плюс 80 до минус 70°. Если принять плане-

ты за идеально черные тела и произвести соответствующие расчеты, то окажется, что таким температурным условиям удовлетворяет лишь полоса космического пространства между 92 и 275 млн. км, считая от Солнца. Эту полосу американский астробиолог Стругхольд предложил называть экосферой Солнца. В ее пределы попадают Венера, Земля с Луной и Марс. За пределами экосферы из планет земной группы оказывается Меркурий, небольшая, почти лишенная атмосферы планета, на освещенной стороне которой температура поднимается до 400°. Насколько можно судить, биогеносфера на Меркурии не возникла.

Продолжим теперь поиски биогеносфер на планетах, находящихся в пределах экосферы.

Ближайшее к нам небесное тело — Луна. Полетами советских космических ракет и американских космических кораблей установлено, что Луна лишена сколько-нибудь заметного магнитного поля, нет вокруг нее и поясов радиации, окружающих Землю. Нет на Луне и постоянной наружной газовой оболочки. Значит, Луна подвержена сильному воздействию таких враждебных эволюций факторов, как рентгеновское, корпускулярное, ультрафиолетовое излучение Солнца, космические лучи, метеориты и т. п.

Верхние горизонты Луны сложены темными горными породами, повсюду имеющими, по оценке американских космонавтов, коричневато-серую окраску. Но за исключением, быть может, некоторых горных вершин, на поверхность Луны нигде не выходят первичные плотные скальные породы, она как бы одета вторичной планетной корой, в составе которой находятся пыль, пепел, а также шлакообразные или туфообразные пористые породы. В целом планетная кора на Луне имеет смешанное происхождение: возникновение ее обусловлено и местными (вулканические продукты), и космическими причинами (метеорная пыль, метеоритные тела). Не исключено, что на Луне встречаются и участки, занятые свежими излияниями лав (непосредственные наблюдения американских космонавтов как будто подтверждают это; ими же отмечено свечение газов в кратерах, что свидетельствует о продолжающихся вулканических процессах). К числу самых характерных свойств лунной коры относится ее чрезвычайно низкая теплопроводность. В течение долгого лунного дня поверхностный слой коры нагревается более чем до 100°, а ночью температура быстро опускается до минус 150, минус 160°. Но предполагают, что уже на глубине 1—2 м держится постоянная температура около минус 50°. Допускается, что ниже температура постепенно повышается: если пористая лунная кора почти не передает солнечное тепло вглубь, то она по тем же причинам изолирует от космоса запасы вероятного внутреннего тепла.

Хотя Луна и лишена наружной газовой оболочки, допустимо предположение, что существует «подземная» лунная атмосфера — газы, заполняющие пустоты, трещины и т. п. На поверхно-

сти Луны или вблизи ее совершенно нет воды в жидком виде. Поскольку в связанном виде вода широко распространена в космосе, некоторые ученые допускают, что в недрах планеты могут циркулировать глубинные ювенильные воды. Есть даже предположение, что, поднимаясь к поверхности Луны, глубинные воды образуют ледяные прослои в планетной коре или под ней; отмечается также, что так называемые лунные купола — своеобразные формы лунного рельефа — напоминают земные гидролакколиты, холмы, в основе которых лежит ледяное ядро. Впрочем, это догадки, нуждающиеся во всесторонней проверке. Однажды было отмечено выделение водяных паров.

При всем несходстве природных условий на Луне и на Земле бесспорно все-таки, что Луна активно взаимодействует с космосом и что взаимодействие это обусловило некоторую эволюцию ее поверхностных горизонтов. Луна как бы приблизилась к той стадии развития, когда на планете становится возможным возникновение биогеносферы; но биогеносфера на ней все-таки не появилась.

После Луны ближе других планет расположены к Земле Венера. К этой планете, как и к Марсу, уже проложены космические трассы, и недалеко время, когда самая загадочная планета солнечной системы откроет свои тайны. Но и сейчас уже кое-что известно о ней, хотя многие данные противоречивы.

По размерам Венера и Земля — планеты-близнецы. На Венере давно открыта атмосфера — сплошной облачный слой, скрывающий ее поверхность. Большинство ученых, основываясь на характере поляризации света, отраженного облачным слоем, предполагало, что облака на Венере, как и на Земле, состоят из мельчайших капелек диаметром в несколько микрон. Сравнительно недавно при помощи телескопа, поднятого американскими учеными на высоту около 24 км, на Венере были действительно открыты водяные пары. Еще до полетов к Венере автоматических станций в советской печати были опубликованы сведения об открытии на Венере свободного кислорода и азота.

Поскольку твердое тело Венеры скрыто облаками, судить об устройстве было трудно. Радиолокационными наблюдениями, проводившимися в последние годы, на поверхности Венеры как будто бы обнаружены горные хребты, цирки и другие формы рельефа (теоретически этого, разумеется, следовало ожидать). Очень вероятно, что на Венере, как и на Земле, образовалась планетная кора, но о ней пока ничего не известно.

Но что же все-таки скрывается под облачным слоем?

Существовала гипотеза, утверждавшая, что вся поверхность Венеры — безводная пустыня.

Существовала гипотеза, согласно которой вся поверхность Венеры покрыта океаном, что будто бы и обуславливает существование мощного облачного слоя. Она всегда вызывала сомне-



ния, потому что предполагала Венеру как бы тектонически мертвой планетой — без подъема и опускания блоков планетной коры, образования горных хребтов и т. п.

Наиболее вероятным казалось предположение, что под вечно пасмурным небом Венеры простираются обширные океаны и материки. Преобладающими температурами считались 30—50° тепла (Венера хоть и находится ближе к Солнцу, чем Земля, но атмосфера ее в два раза больше отражает солнечных лучей, чем земная). Не было известно, происходит ли на Венере смена времен года, которая зависит от наклона оси вращения планеты.

При малом количестве азота, водяных паров, кислорода в атмосфере Венеры много углекислого газа, и в «планетном» смысле в этом нет ничего исключительного, 300—500 млн. лет назад примерно такую же атмосферу имела и Земля. Что было тогда, в палеозойскую эру, на нашей планете? Были материки, были обширные океаны. Океаны кишели жизнью, а где-то во второй половине палеозойской эры жизнь бурно развилась и на суше. И тогда растительность резко изменила состав земной атмосферы: она поглотила значительную часть углекислого газа и насытила атмосферу кислородом.

Сходство атмосферы Венеры с атмосферой Земли в палеозойскую эру давно было подмечено учеными и давно питало фантазию писателей, населявших Венеру земными ископаемыми чудовищами. Ведь нельзя было не сопоставить следующее. Возраст древнейших остатков живых организмов на Земле — 2 млрд. лет. Возраст атмосферы современного состава — примерно 400 млн. лет. Значит, в течение колоссального промежутка времени, равного почти трети всей истории Земли, жизнь на нашей планете существовала и развивалась в атмосфере «венерианского» типа. Это обстоятельство наводило на серьезные размышления.

Определенную черту под различного рода гипотезами подвели выдающиеся космические эксперименты — зондирование планеты автоматическими станциями «Венера-4», «Венера-5», «Венера-6» и «Венера-7», произведенное в Советском Союзе в 1967—1970 гг. Согласно полученным данным, атмосфера Венеры состоит в основном из углекислоты (более 90%); неожиданно мало оказалось азота (меньше 5%), содержание кислорода составляет примерно 0,4%, а влаги — от 0,4 до 1,1%, причем вода конденсируется в облачном слое, вероятно присутствие аргона и других инертных газов. Необъяснимо высоки зарегистрированные температуры — порядка 300—500° — и показатели давления (18—27 и даже 100 атмосфер), причем получены эти данные в основном в атмосфере.

Вывод же таков: при всех существенных отличиях от Земли (полного подобия никто и не ожидал) на Венере, как и на Земле, вещество находится в трех агрегатных состояниях. Из компонентов там имеются горные породы, солнечная радиация, воздух;

вода (если данные космических станций подтвердятся, то возможность жизни на Венере придется исключить). Но важно, что на Венере имеется биогеносфера — правда, более простая, чем на Земле, и находящаяся на абиотической стадии развития.

Теперь о Марсе. Эта планета значительно меньше нашей, но имеет атмосферу, в составе которой известен пока лишь углекислый газ. Предполагается, что атмосфера Марса состоит в основном из азота, что она содержит небольшое количество кислорода и водяных паров.

Верхние горизонты литосферы Марса имеют плотность около  $3,3 \text{ г/см}^3$ , глубже плотность увеличивается до 4, а в центре достигает примерно  $8,5 \text{ г/см}^3$ . Это позволяет говорить об известной сбалансированности планетной коры на Марсе.

На Марсе давно предполагалось присутствие воды, и в советской печати появлялись сообщения, что это доказано. Воды там в общем немного; сколько-нибудь крупные водоемы отсутствуют. Особенно важно, что Марс — единственная, кроме Земли, планета солнечной системы, о жизни на которой можно говорить с долей вероятности. Первоначально доказательством существования растительности на Марсе служила сезонная изменчивость цвета марсианских «морей»: с наступлением весны они темнели, как бы покрывались листвой, с наступлением осени светлели. В последние же годы в спектре Марса были обнаружены полосы поглощения, соответствующие органическим молекулам (земным растениям), что сделало гипотезу о жизни на Марсе еще более достоверной.

Таким образом, биогеносфера есть и на Марсе, причем на этой планете она, вероятно, дошла до той стадии, когда стало возможным появление жизни. Впрочем, о природных условиях на Марсе мы сможем точнее судить после обработки результатов эксперимента, осуществленного космическими станциями «Марс-2», «Марс-3» и «Маринер-9».

Что же сейчас известно об условиях на поверхности планеты? Средства «внешней защиты» у Марса хуже, чем у Земли или Венеры. Атмосфера на Марсе менее плотная, чем у его соседей. Предполагают, что на Марсе существует защитный экран, подобный озоновому экрану Земли, поглощающему ультрафиолетовую радиацию.

Климатические условия на Марсе крайне суровы. Правда, в приэкваториальной полосе в полдень почва нагревается до  $20^\circ$  и даже  $30^\circ$ , но в ночное время температура повсюду падает до минус  $40^\circ$ , минус  $50^\circ$  и даже до минус  $120^\circ$ . На поверхности планеты заметно выделяются участки трех типов: уже упоминавшиеся «моря», более светлые «материки» и белые «полярные шапки», площадь которых каждую весну уменьшается, а каждую осень увеличивается (они состоят, вероятно, из замерзшей углекислоты и воды).

Чрезвычайно характерная деталь в строении поверхности Марса — так называемые «каналы», имеющие одинаковую окраску с «морями». Наблюдениями с космических станций на Марсе обнаружены горные хребты, плоскогорья, вулканические конусы и кратеры; последние как будто и образуют «каналы».

Какие же выводы можно сделать из этого анализа природных условий на планетах с позиций физической географии и гео-космологии?

Первый и, быть может, основной сводится к тому бесспорному положению, что достижения физической географии могут быть использованы и будут использованы при изучении других небесных тел. Сравнительное изучение биосфер планет земной группы составляет самую общую задачу физической географии, продолженной в космос (иначе говоря, астрогеографии). С другой стороны, сравнительно скромные результаты, полученные до сих пор при изучении земной биосферы, во многом объясняются тем, что столь сложное явление природы изучалось «в одном экземпляре». Представляется несомненным, что именно сравнительное изучение Луны, остановившейся у «порога» возникновения биосферы, Венеры, Марса и Земли, и даст в конечном итоге в руки человека коммунистического будущего ключ к управлению планетарными процессами в земной биосфере.

Это основное. Но и многие более частные проблемы найдут либо подтверждение, либо, наоборот, опровержение при сравнительном астрогеографическом изучении биосфер. Так, если будет доказана синхронность похолоданий на Венере, Марсе и Земле, то тем самым будет доказано, что оледенения на Земле вызывались космическими причинами. (Заметим, кстати, что на Земле случались оледенения и в то время, когда наша планета была прикрыта атмосферой венерианского типа, так что и на Венере похолодания не исключены, хотя, вероятно, не столь сильные.)

К палеоклиматологии планет сейчас «подобрать ключи» еще трудно. Проще с климатологией настоящего времени. На Марсе уже зафиксированы пылевые бури. Поскольку поверхность Марса однообразнее, чем на Земле, очевидно, что движение воздушных масс отличается там большей правильностью. Совсем не исключено, что именно астроклиматология позволит земной синоптике стать наукой гораздо более точной.

То же самое можно сказать и о познании законов, управляющих широтной зональностью (вспомним то зеленеющую, то высыхающую Сахару). На Марсе, как и на Земле, имеются ландшафтные зоны, но закон географической зональности проявляется там иначе, потому что поверхность Марса почти безводна.

Геоморфологи считают, что планетная кора земного шара эволюционировала следующим образом: с течением времени уменьшались площади мягких участков — геосинклиналей — и

увеличивались площади жестких участков — платформ, т. е. происходило постепенное вытеснение горных хребтов плоскогорьями. Не все, впрочем, разделяют эту точку зрения. Но если окажется, что на Марсе преобладают плоскогорья, разбитые мощными трещинами, не будет ли это означать, что Марс «обогнал» земной шар и планетная кора его уже не способна к активному горообразованию? Очень заманчиво усмотреть в этом определенную закономерность в эволюции планетной коры на разных небесных телах.

Но почему по-иному эволюционировал рельеф Луны? Ведь на нашем естественном спутнике преобладают горы, причем высочайшие из них сравнимы с Эверестом (Джомолунгмой). Может быть, все объясняется тем, что рельеф Луны не испытывал на себе влияния воды и воздуха. Может быть, причина заключается в чем-нибудь ином. Во всяком случае очевидно, что решать этот общий для всех планет земной группы вопрос предстоит сравнительному рельефоведению, что и в этой сфере земные знания могут быть использованы и выверены в космосе.

В общих чертах ясны задачи и еще одной науки астрогеографического цикла — космической гидрологии. Если обычная гидрология изучает судьбу воды на нашей планете, то космической гидрологии предстоит выяснять судьбу воды в космосе, ее роль в процессах, протекающих во вселенной. Вообще широко распространенная в космосе вода «сливается» на планетах в озера, моря, океаны и испаряется с их поверхности, попадая в атмосферу. Круговороты воды на планетах не имеют строго замкнутого характера: часть водяных паров выносится в верхние слои атмосферы, где ультрафиолетовые лучи разлагают их на атомы кислорода и водорода; более легкие атомы водорода поднимаются еще выше, попадают в геокорону, а оттуда в мировое пространство. Но планеты не только отдают воду, но и получают ее обратно вместе с метеорным веществом. (Земля «перерабатывает» в год до 10 млн. т метеорной материи.) Существует, стало быть, водообмен между планетами и космосом. Космическая гидрология и призвана изучать этот водообмен, заниматься сравнительным изучением круговоротов воды на планетах.

Процесс космизации охватывает, конечно, не только физическую географию и науки, так или иначе с ней связанные. Если теперь продолжить разговор о собственно геокосмологии, то обнаружится значительно более широкая картина.

Когда с помощью советских космических ракет было установлено, что Луна лишена сколько-нибудь значительного магнитного поля, открытие это сразу же было увязано с теориями земного магнетизма, речь пошла о соединении геофизики с астрономией, а если говорить точнее — о новом астрогеофизическом направлении в науке (кстати, сфера интересов астрогеофизики

не ограничивается планетами земной группы). Можно смело утверждать, что геофизика именно через астрогеофизику придет к раскрытию величайшей загадки природы — причин земного и вообще планетного магнетизма.

Совсем недавно возникла аэрономия — наука, изучающая верхние слои атмосферы, граничащие с космосом (именно там практически осуществляется взаимообмен веществом между земным шаром и космосом). Бесспорно, что геохимия, исследующая миграции химических элементов в различной земной обстановке, будет широко использовать свои достижения при изучении жаркой Венеры, «сухого» Марса, безводной Луны — геохимия перерастает в астрогеохимию. Очевидная необходимость, пусть в далеком будущем, создания крупномасштабных космических моделей биогеносферы с полным круговоротом веществ придает космическое значение биогеохимическим исследованиям; но уже сейчас нужды практической астронавтики (создание малых моделей) привели к возникновению космической биохимии. Те же самые практические нужды астронавтики вызвали к жизни космическую биологию, генетику, физиологию и даже психологию. Первые же образцы горных пород, доставленные с Луны, уже оказывают серьезнейшее влияние на минералогию, петрографию, кристаллографию — они космизируют и эти отрасли естествознания. Нетрудно представить себе, какое значение наряду с астробиологией будут иметь морфология и физиология растений, почвенная микробиология, почвоведение для познания других планет, какие революционные сдвиги произойдут в самих этих науках в результате сравнительных исследований.

Космические дали властно овладевают ныне умами ученых самых различных специальностей, и уже сейчас чувствуется, как мешают развитию науки исторически возникшие между различными ее отраслями барьеры. Так, то и дело встречаются высказывания, в основе которых — неумение проверять свои умозаключения опытом других наук. Вряд ли, например, ученый, знакомый с биологией, исторической психологией, теорией отражения, может всерьез полагать, что на других планетах разумные существа имеют вид плесени, выросшей на камни, как это делает один известный математик. Столь же необоснованным выглядит мнение некоторых космобиологов о возможности жизни «на мириадах мельчайших метеоров» и на метеоритах. Полагая, что внутри этих, подчас измеряемых микронами, космических частичек жизнь защищена от убийственной жесткой радиации, космобиологи даже не задаются мыслью, какая эволюция материи могла привести к появлению жизни на метеорных телах! И в этом случае знакомство с физической географией, палеонтологией избавило бы авторов от явно поспешных выводов. Кстати, как уже отмечалось, присутствие органических соединений в составе некоторых метеоритов отнюдь не означает, что это «следы жизни»;

от простейших органических соединений, действительно встречающихся в космосе, до жизни — дистанция огромного размера.

Некоторые астрономы считают марсианские «материки» дном высохших морей; причина для такого заключения — гладкая поверхность этого «дна»; но представление о морском дне как о гладком и ровном — это даже не вчерашний, это позавчерашний день науки о Земле, в том числе геологии моря. Был момент, когда радиоастрономы объявили, что, по их данным, температура на поверхности Венеры под облачным слоем достигает  $300^{\circ}$ , а с наступлением темноты падает до нуля. И вновь корректировка этих сведений опытом физической географии избавила бы радиоастрономов от очевидной ошибки: под плотной атмосферой, богатой углекислым газом, такие суточные колебания температуры немыслимы, что в скором времени и было признано некоторыми представителями астрономии.

Сейчас, сравнивая различные планеты, мы оперируем небольшим количеством фактов, главным образом констатируя их (есть вода — нет воды, есть кислород — нет кислорода). Но весь научно-технический прогресс последних лет убеждает, что уже в недалеком будущем речь пойдет о сложнейших процессах, протекающих как на Земле, так и на других небесных телах. И тогда отсутствие тесного контакта между земными и небесными науками, отсутствие традиции сопоставлять, взаимно корректировать новые сведения может стать существенным тормозом в развитии науки.

Есть все необходимые предпосылки для того, чтобы заранее убрать искусственные препоны на пути неизбежной эволюции естествознания: предпосылки эти кроются в геокосмологии. В рамках ее развитие наук пойдет значительно быстрее, поведет к их взаимному обогащению. Именно геокосмология будет ответственна за подготовку научной базы для выхода человечества на другие небесные тела.

Теперь — о космических моделях земной биогеносферы. Практически, наверное, широкое преобразование географической среды совпадет с первыми шагами по преобразованию природной среды на других планетах, и земной опыт будет широко использован в космосе. Понятно, что наиболее удобны для будущей колонизации планеты, находящиеся в пределах экосферы, но и они, как было показано, отнюдь не приготовлены для человека заранее.

Строго говоря, в прямом смысле слова создавать космическую модель биогеносферы придется только на Луне, где естественным путем биогеносфера не возникла. Поскольку на Луне необходима защита от вакуума, космических излучений, метеоритов, низких и высоких температур, единственный мыслимый путь — это создание модели биогеносферы под планетной корой или в планетной коре. Модель эта будет подобна космическим

кораблям, т. е. она будет представлять собой замкнутую систему с полным круговоротом веществ, хотя, конечно, в совсем ином масштабе<sup>1</sup>.

На Венере же и Марсе биогеносферы существуют. Стало быть, тут нужно вести речь не о создании модели биогеносферы, а о «подтягивании» природной обстановки на этих планетах до земного уровня.

Можно ли уже теперь предложить сколько-нибудь обоснованный проект изменения природных условий на другой планете, допустим на Венере? Вообще рановато — наши сведения о других небесных телах малы, хотя кое-какие допущения возможны. Несколько лет назад, правда, в научно-фантастическом плане<sup>2</sup>, автор предложил подобный проект. Позднее и, очевидно, независимо к аналогичным идеям пришел американский астрофизик Карл Саган, проект которого неожиданно был широко освещен в печати. Поэтому надо хотя бы коротко сказать о сути этих проектов.

Если мы, хотя бы теоретически, стремимся моделировать земные условия на каком-либо небесном теле, то логичнее всего использовать для этого «опыт» самой Земли. Как уже отмечалось, на земном шаре атмосферу венерианского типа изменила, преобразовав ее в современную, растительность, вышедшая на поверхность материков. Этот земной «опыт» и подсказывает (на уровне сегодняшних знаний!) путь преобразования природных условий на Венере: надо занести туда земную растительность, и она изменит состав атмосферы.

Внешняя логика тут есть, и в форме научно-фантастического допущения такой проект может существовать. Но не более того. До тех пор, пока Венера не будет основательно изучена, ни о каких строго научных проектах изменения условий на ней и речи быть не может. Саган же предложил при первой возможности рассеять в атмосфере Венеры при помощи ракет земные водоросли. Подобная постановка вопроса не только преждевременна, но и вредна, авантюристична по своей сути. Даже на безжизненную Луну мы отправляем ракеты, предварительно специально обработанные, чтобы случайно не занести туда земные формы жизни и не причинить непоправимого ущерба науке. Как же можно всерьез рассуждать о забрасывании земной жизни на планету, где предполагалась своя жизнь, до предварительного изучения этой планеты?! Это соображение как будто в дополнительных комментариях не нуждается.

<sup>1</sup> См.: Г. В. Петрович. Исследование Луны ракетными аппаратами. «Вестник Академии наук СССР», 1959, № 11.

<sup>2</sup> В данном случае научная фантастика понимается автором как один из методов познания действительности, к которому ученый вправе прибегать в тех случаях, когда еще не располагает необходимыми доказательствами для подтверждения своих предположений (см.: И. М. Забелин. Пояс жизни. Научно-фантастический роман. М., 1960, 1966).

В качестве еще одного, но уже технического варианта преобразования природных условий на планетах можно указать на проект изменения природы Марса, предложенный академиком Н. Н. Семеновым. Вот что он пишет: «Как известно, на Марсе атмосфера есть, но, во-первых, она значительно более разрежена, чем на Земле, и, во-вторых, что самое главное, в ней содержится ничтожное количество кислорода.

Поставим теперь вопрос: реально ли за сравнительно короткий срок, скажем за несколько десятков лет, в результате постройки термоядерных реакторов создать на Марсе подходящие для жизни людей атмосферу и климат? Это прежде всего означает необходимость получения нескольких сот триллионов тонн кислорода. При этом в атмосфере Марса будет содержаться столько же кислорода, сколько его имеется в атмосфере Земли. Кислород можно добывать из воды, которая есть на Марсе, а если будет недостаточно, то можно использовать получающийся при разложении воды водород или восстановление кислородсодержащих марсианских руд с одновременным получением воды. Подсчет показывает, что если построить на Марсе такое количество термоядерных электростанций, которые вырабатывали бы количество электроэнергии в 10 тысяч раз больше, чем сейчас вырабатывается на Земле, и использовать эту энергию для электролиза воды, то накопить нужное количество кислорода можно было бы в течение нескольких десятков лет. Я не знаю, понадобится ли человечеству осваивать Марс, быть может, оно найдет лучшее применение для избытка энергии, но я привожу этот пример лишь для того, чтобы вы почувствовали, сколь грандиозные цели может ставить человечество, обладающее неисчерпаемыми источниками энергии»<sup>1</sup>.

Н. Н. Семенов тоже называет свой проект «фантастичным», и пока это так и есть, но можно высказать уверенность, что человечество все-таки сделает пригодными для существования и Венеру, и Марс, «подтянет» их биогеносферы до земного уровня.

Существуют ли какие-нибудь пространственные пределы для геокосмологических исследований? Едва ли. Изучая планеты Солнечной системы, наука будет опираться на знания о Земле. Изучая планеты других солнц, наука будет использовать знания о планетной системе нашего Солнца и вновь выверять их в космическом далеке. Это означает, что геокосмология со временем начнет подготавливать научную базу для дальнейшего космического расселения человечества. И вновь люди откажутся от достигнутых завоеваний, вновь, переселившись к иному Солнцу, начнут жить по законам рабочего времени, а процесс взаимодействия с природой усложнится в еще большей степени.

---

<sup>1</sup> Н. Н. Семенов. Наука и будущее. «Комсомольская правда» от 12 сентября 1962 г.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И ЭВОЛЮЦИЯ

Мой рассказ о сегодняшней физической географии оказался бы, очевидно, незавершенным, если бы, заканчивая его, я не попытался показать место и значение физической географии в общей теории естествознания, в эволюционном учении о природе. В учебной и популярной литературе этим вопросам обычно уделяется недостаточное внимание. Но с каждым днем становится все яснее, что понимание мировоззренческого значения науки, которой служишь, пропагандирование ее теории — прямой долг каждого специалиста.

Если свести к нескольким строчкам главное в предмете физической географии, в географической оболочке, или биогеносфере, то можно сказать: биогеносфера проделала сложнейшую из всех известных нам эволюций, развившись до появления жизни, ее высокоорганизованных форм; «механизм» биогеносферы непрерывно воспроизводит жизнь, обеспечивая таким образом и существование человечества; в пределах биогеносферы появились и развились силы и компоненты уже не планетного, а космического значения, способные действовать на других планетах и в открытом космосе.

Едва ли можно сомневаться, что эти обстоятельства придают колоссальное методологическое, мировоззренческое значение физической географии как науке, а предмет ее оказывается центром сплетения земных и космических, природных и социальных процессов; эти же черты определяют место физической географии в системе природы, а теории этой науки — в общей теории естествознания.

Заключительные страницы этой книги как бы подводят итоги всему предшествовавшему рассказу, выявляя в нем наиболее существенное, значимое с эволюционных позиций.

1. Первая общая оценка эволюционного значения физической географии для науки была дана еще в прошлом столетии Ф. Энгельсом.

Как известно, одним из основополагающих методологических принципов метафизической философии было представление о разрывности природы в пространстве при недооценке (а порой и отрицании) изменений во времени. На протяжении очень долгого периода, пока в географии длился этап накопления материала, практические задачи географии — изучение природы и хозяйства в пространстве, по странам, — вполне совпадали с господствовавшими философскими представлениями.

Но начиная с XVIII столетия в философии и науке стали возникать эволюционные учения, пробивавшие бреши в метафизической философии, выдвигавшие на первый план изменения

природных явлений во времени, их происхождение. В работе «Диалектика природы», в отрывке «Из области истории», Ф. Энгельс в такой последовательности излагает события: «Первая брешь — Кант и Лаплас. Вторая — геология и палеонтология (Лайель, медленное развитие). Третья — органическая химия, изготавливающая органические тела и показывающая применимость химических законов к живым телам. Четвертая — 1842 год, механическая [теория] теплоты, Гров. Пятая — Дарвин, Ламарк, клетка и т. д. (борьба, Кювье и Агассис<sup>1</sup>). Шестая — элементы сравнительного метода в анатомии, в климатологии (изотермы), в географии животных и растений (научные экспедиции и путешествия с середины XVIII века), вообще в физической географии (Гумбольдт); приведение в связь материала» (1969, стр. 166; разрядка моя.— И. З.).

Можно лишь удивляться точности определения Ф. Энгельсом места физической географии в формирующемся эволюционном учении о природе — «приведение в связь материала!», сделанного еще за несколько десятилетий до того, как окончательно сложилось учение о биогеносфере. В самом деле: а) изменялась планета в целом; б) изменялись очертания материков, океанов, возникали и разрушались горы; в) изменялись, приспособляясь к новым условиям, виды растений и животных; г) взаимопревращались формы энергии... Но все эти учения не увязывались в единое целое, потому что никто не рассматривал эволюцию явлений, приуроченных к земной поверхности, как единый непрерывный процесс, охватывающий и неорганическую, и органическую природу и идущий по восходящей линии... И Энгельс точно указал на основную задачу физической географии: свести воедино эволюционные учения!

---

<sup>1</sup> Кант, Иммануил (1724—1804) — немецкий философ; занимался географией и астрономией; Лаплас, Пьер Симон (1749—1827) — французский астроном, математик, физик. Известны как авторы одной из первых гипотез происхождения Солнечной системы, долгое время пользовавшейся признанием.

Лайель, Чарльз (1797—1875) — английский геолог. Положил начало современной классификации горных пород (осадочные, вулканические, метаморфические). Развивал теорию о непрерывном медленном изменении лика планеты под влиянием воды, ветра, льдов и т. п.

Гров, Уильям (1811—1896) — английский физик, работы которого сыграли важную роль в установлении идеи взаимосвязи и взаимопревращаемости форм энергии.

Дарвин, Чарльз (1809—1892) — английский биолог, автор общеизвестной теории происхождения видов, в том числе человека; Ламарк, Жан Батист (1744—1829) — французский биолог, предшественник Дарвина, ввел в науку термин «биосфера».

Кювье, Жорж (1769—1832) — французский палеонтолог и геолог; изменения ископаемых фаун и лика планеты объяснял катастрофами, правильно указывал на связь ископаемых с земными слоями.

Агассис, Жан (1807—1873) — швейцарский биолог и геолог, один из авторов теории оледенения, в биологии был близок Кювье.

Для того чтобы «привести в связь материал», физико-географы вслед за А. Гумбольдтом (В. В. Докучаев, П. И. Броунов) сначала выработали представления о том, что явления, приуроченные к поверхности планеты,— это нечто качественно своеобразное, цельное, а потом уже было осознано, что биогеносфера имеет единый процесс развития.

Предложенная Ф. Энгельсом схема анализа становления эволюционной теории может быть взята за основу при рассказе о современном положении в науке.

2. Начнем с Солнечной системы, но не с происхождения ее, а с эволюционной оценки ее строения. Солнце — шар, и солнечная радиация уходит от него во все стороны, образуя гигантскую солнечную сферу. В этой сфере по сложным орбитам кочуют кометы, в разных направлениях движутся скопления метеорного вещества, космической пыли... Но все планеты, включая астероиды, расположены в одной плоскости. В гигантской, очень редко заселенной небесными телами солнечной сфере четко выделяется качественно особый, тонкий слой — солнечнопланетное, или гелиопланетное, поле, резко противостоящее остальным участкам солнечной сферы... Как бы ни произошли планеты, но совершенно очевидно, что эволюционный процесс был локализован, достигал максимального напряжения в пределах солнечнопланетного поля и в нем же он полностью реализовался. Остальная, неизмеримо большая часть солнечной сферы была и остается эволюционно инертной. Земля, таким образом, по происхождению неразрывно связана с остальными планетами. Но не только по происхождению.

В науке долгое время господствовали механистические представления о семье планет: взаимодействие между ними признавалось, но лишь гравитационное, т. е. учитывалось и высчитывалось взаимовлияние масс планет друг на друга при вращении вокруг Солнца. Но сами планеты, их твердые (или газообразные) тела казались настолько удаленными друг от друга, что мысль о каком-то ином — по существу — влиянии планеты на планету казалась нереальной.

Век космоса внес свои коррективы и в этот вопрос, неожиданно сблизив, как бы еще больше породнив планеты... Человеческое мышление, воспитанное на земных пределах, на четких или расплывчатых, но все-таки явных рубежах между предметами, ландшафтами, государствами, с трудом воспринимает факт отсутствия сколько-нибудь заметных границ между нашей планетой и космосом. Но такой границы действительно нет — это установлено с помощью запусков аппаратов; верхние слои атмосферы, экзосфера, формально принадлежащие Земле, незаметно растворяются в космическом пространстве...

Но границы все-таки имеются. Межпланетные станции с непреклонностью установили, что планеты существуют в теснейшей

взаимосвязи с окружающим их космическим пространством, что планеты, в том числе наша Земля, больше, чем мы их себе представляли, ибо господствуют и над значительной частью окружающего их космоса, имеют свои определенные сферы влияния. Иначе говоря, планета — это не только ее зафиксированное и измеренное тело, но и охваченный ее влиянием космос, с которым она находится в единстве; в каждом конкретном случае это конкретный планетный универсум, по размерам во много раз превосходящий саму планету. По отношению к Земле это геоуниверсум, граничащий с универсумами Венеры и Марса (Луна целиком входит в геоуниверсум).

Планетные универсумы имеют границы. Но они настолько обширны, что меняют наше представление о солнечнопланетном поле: оно состоит из сомкнутых взаимодействующих универсумов, а не из крохотных небесных тел, неспособных существенно повлиять друг на друга.

В каждый конкретный момент планеты обычно находятся не на одной линии, а в разных частях гелиопланетного поля и универсумы их то взаимодействуют, то удаляются друг от друга... Теоретически возможны такие пространственные комбинации планет, когда совокупное воздействие их универсумов может оказаться существенным и для земных процессов, особенно если оно совпадет с какими-либо солнечными импульсами.

Во всяком случае следует четко представлять себе, что Земля — составная взаимодействующая часть единого солнечнопланетного поля, а освоение космоса — освоение прежде всего этого поля, эволюционно единого, цельного.

3. Ограничим теперь наш разговор рамками земного универсума.

Еще в 1926 г. в книге «Биосфера» В. И. Вернадский писал: «Твари Земли (люди в том числе.— И. З.) являются созданием сложного космического процесса, необходимой и закономерной частью стройного космического механизма, в котором, как мы знаем, нет случайности» (1967, стр. 227). По каким же законам развивался «сложный космический процесс», наш универсум?

Известно, что В. И. Ленин, анализируя понятие «закон», выделял как бы различные категории законов: а) «Закон есть отражение существенного в движении универсума»; б) «Закон есть прочное (остающееся) в явлении»; в) «Закон есть отношение... Отношение сущностей или между сущностями»<sup>1</sup>.

В том порядке, в котором расположены здесь группы законов, в некоторой степени отражена их иерархия, но она, конечно, весьма условна, да и все группы законов взаимосвязаны и взаимопреходящи. Что же касается самой ленинской классификации, то ее и следует придерживаться при анализе того сложного

<sup>1</sup> В. И. Ленин. Философские тетради. М., 1969, стр. 136, 137, 138.

целого, каким является Земля, ее население и ближний космос — геоуниверсум.

Максимальной всеобщностью должны отличаться законы, отражающие «существенное в движении универсума». Геоуниверсум — это та часть космоса, в которой возникла и существует планета Земля. Ретроспективно в общих чертах можно без особого труда представить себе, что происходило в ней в течение последних шести-семи миллиардов лет (таков примерно возраст Солнечной системы).

Не касаясь космогонических гипотез, я отмечу лишь следующий факт: интересующее нас космическое пространство было насыщено рассеянным веществом, которое постепенно организовывалось, консолидировалось в космические тела все более крупных размеров. Одним из таких космических тел стала наша планета Земля, продолжавшая и продолжающая вычерпывать из окружающего пространства рассеянную материю, поглощать и трансформировать внешнюю энергию. Земля стала центром организации материи и энергии на своем космическом участке, так же как другие планеты — на своих участках.

Современная наука четко различает в истории Земли два периода: астрономический и геологический. Астрономический период — период хаотично сложенной, не расчлененной на оболочки Земли; это как бы комок недифференцированного вещества. Но комок, используя внешнюю и особенно внутреннюю энергию, на определенном этапе начал самоорганизовываться, расслаиваться на оболочки, и тогда наступил геологический период развития Земли. С физико-географической точки зрения это подразделение может быть уточнено: с появлением внешних оболочек — земной коры, атмосферы и гидросферы — наступил физико-географический этап в развитии планеты, ибо три перечисленные сферы образовали целостность совершенно особого типа, невиданной ранее организованности — географическую оболочку, или биогеносферу. Еще более возросла ее целостность и организованность после возникновения биосферы, после того, как «твари Земли» стали «необходимой и закономерной частью стройного космического механизма».

Результатом развития биосферы явилось появление человека. Ныне человек выступает как организационное начало (инициатор) в своих взаимоотношениях с остальной природой, а при установлении на всей планете развитого коммунизма человеческое общество достигнет принципиально новой ступени в собственной организованности.

Из этого краткого обзора очевидно, что наиболее существенным в движении геоуниверсума было возрастание организованности, противостоящей хаосогенным процессам. Возрастание организованности и является основным законом, определявшим и определяющим бытие геоуниверсума. Закон этот

реализовался путем усложнения среды, а значит, и взаимосвязей, и прогрессирующее усложнение среды является вторым основным законом, определявшим и определяющим бытие геоуниверсума. Следует подчеркнуть, что сами по себе эти законы не являются чем-то исключительным — они проявляются во всех развивающихся системах, будь то неживая, живая природа или человеческое общество. Речь идет, стало быть, лишь о конкретизации особенностей развития геоуниверсума.

4. Ни в природе, ни в обществе эволюция практически была бы невозможна, если бы достижения ее не закреплялись, не фиксировались в материальных структурах, а в дальнейшем не наследовались. Как уже отмечалось выше, в географической оболочке принцип наследования начинает действовать на уровне минерального царства — земные минералы обладают кристаллическим кодом. Наследственным биологическим кодом обладает все живое, и потому родители производят на свет подобных себе живых существ. Человек, как биологический вид, тоже обладает наследственным кодом, но, как существо общественное, он передает от поколения к поколению еще и социальные структуры. Из всего сказанного можно заключить, что в геоуниверсуме, в биогеносфере прежде всего, действует закон наследования. Пользуясь формулировкой В. И. Ленина, можно сказать, что в данном случае закон проявляется как «прочное (остающееся) в явлении».

5. На земном шаре за долгую его историю, безусловно, имела место минералогическая эволюция. Возникновение некоторых минералов, например воды, сопровождалось быстрым их распространением по биогеносфере. Но вода, по выражению В. И. Вернадского, стоит особняком в истории нашей планеты. В целом же у нас нет оснований утверждать, что эволюция в минеральном царстве приводила к экспансии, самораспространению по планете более высоких эволюционных форм. Да и вода при всей ее огромной роли в развитии биогеносферы как природное явление не эволюционировала. Кристаллический код относительно пассивен: он способен к восстановлению прежних форм и свойств, но его способности к эволюции и умножению собственного вида или рода ограничены, и потому для минерального царства не характерна эволюционная экспансия.

Иное дело генетический код: он очень активен, он способен к сложному эволюционированию и неограниченному умножению собственного вида или рода. По этой причине живая материя обладает высокой способностью к эволюционной экспансии: из истории растительного и животного мира достаточно хорошо известно, что прогрессивные виды или роды быстро оттесняли на второй план своих предшественников и захватывали всю планету; повторялось это неоднократно (последние по времени случаи — вытеснение млекопитающими пресмыкаю-

щихся, а покрытосемянными растениями — голосемянных). Человек, как наиболее прогрессивный вид живого на современном этапе развития геоуниверсума, тоже совершил закономерную экспансию и, как уже отмечалось, расселился по планете. Однако уже на ранних этапах развития изначальная тенденция к захвату пространства приобрела у человека социальный характер и выражалась в погоне за средствами существования, в захвате чужих владений. Но внутренние враждебные экспансии временны, они прекратятся с наступлением коммунизма. Именно тогда в наиболее полном и, так сказать, чистом виде, без всяких форм угнетения, проявится в человечестве свойственный живой материи закон эволюционной экспансии. Действие его будет направлено на освоение глубинных частей планеты и в космос — на заселение и освоение необжитых пространств нашего универсума, на расширение его пределов, а в дальнейшем и на освоение всего солнечнопланетного поля.

6. При ретроспективном взгляде на развитие животного мира даже не очень искушенный в науке человек легко может заметить, что развитие животного мира в целом вело к все большему усложнению организации и поведения отдельных представителей животного царства: едва ли нужно доказывать, что, скажем, обезьяна по всем данным неизмеримо сложнее, чем медуза.

Пути эволюции сложны, но очевидно, что совершенствование жизни шло путем совершенствования нервной системы, — это единый процесс. В числе первых обратил на это внимание Джемс Дана<sup>1</sup>, и Вернадский даже предложил называть это явление «принципом Дана», хотя сам Дана предпочитал термин «цефализация» (от латинизированной формы греческого слова «кефале» — голова). В. И. Вернадский, сравнивавший открытие Дана по значению с теорией Дарвина, так охарактеризовал цефализацию в своей работе «Химическое строение биосферы Земли и ее окружения»: «Обобщение Дана, выраженное ...современным языком, заключается в следующем: в эволюционном процессе мы имеем в ходе геологического времени направленность. В течение всего эволюционного процесса, начиная с кембрия... мы видим, что... идет увеличение сложности и совершенства строения центральной нервной системы, т. е. центрального мозга. В хронологическом выражении геологических периодов мы непрерывно можем проследить это явление от мозга моллюсков, ракообразных и рыб до мозга человека. Нет ни одного случая, чтобы появлялся перерыв и чтобы существовало время, когда добытые этим процессом сложность и сила центральной нервной системы были потеряны и появлялся геологический пе-

<sup>1</sup> Дана (иногда Дэна), Джемс (1813—1895) — американский геолог, минералог и биолог. Кругосветный путешественник. Ввел понятия «геосинклиналь», «геоантиклиналь».

риод... с меньшим, чем в предыдущем периоде, совершенством центральной нервной системы» (1965, стр. 193).

Следовательно, одной из осевых закономерностей в развитии животного мира является непрерывное усложнение — с остановками, но без возврата назад — центральной нервной системы. Цефализация завершилась созданием человеческого мозга и с возникновением современного человека действие ее фактически прекратилось.

С возникновением же Человека разумного в недрах общества начался преемственный исторически, но принципиально новый по отношению к цефализации процесс накопления знаний и технических средств, — иначе говоря, процесс ноотехнизации, связанный не с дальнейшим совершенствованием нервной системы, а с социальным совершенствованием человеческих коллективов. Цефализация — сугубо биологическая закономерность, приведшая один из видов животного царства к трудовой деятельности; ноотехнизация — сугубо социальная закономерность, но принявшая в эволюционном процессе эстафету от цефализации.

У К. Маркса есть важное высказывание: «Природа не строит машин, паровозов, железных дорог, электрических телеграфов, сельфакторов (прядильные машины.— И. З.) и т. д. Все это — продукты человеческой деятельности; природный материал, превращенный в органы власти человеческой воли над природой или в органы исполнения этой воли в природе. Все это — созданные человеческой рукой органы человеческого мозга; овеществленная сила знания»<sup>1</sup>. Сообразуясь с этим положением К. Маркса, ноотехнизацию, ноотехногенез и определяют как производство знания и его овеществление. При всех существенных различиях между цефализацией и ноотехнизацией необходимо отметить, что как цефализация наиболее полно выражала суть животного феномена, так и ноотехнизация наиболее полно выражает суть человеческого феномена: со времени появления человеческого общества уровень его знаний и технической оснащенности непрерывно, хотя и с остановками, повышался. Процессы эти имели хотя и направленный, но стихийный характер. И все-таки можно констатировать, что развитие животного мира выражалось, в частности, законом возрастания цефализации; развитие же человеческого общества выражается, в частности, законом возрастания ноотехнизации, и действие этого закона сопровождалось и сопровождается все расширяющимся охватом и захватом материи, структур геounиверсума. Последнее означает, что в данном случае мы имеем дело, вновь пользуясь выражением В. И. Ленина, с законом,

---

<sup>1</sup> «Из неопубликованных рукописей К. Маркса». «Большевик», 1939, № 11—12, стр. 63.



отражающим «отношение сущностей или между сущностями». Одна сущность — биогеносфера, вторая — человечество.

7. В третьем параграфе «Заключения», при общей оценке дочеловеческого периода развития геоуниверсума, отмечалось, что период этот характеризовался возрастанием организованности материи и прогрессирующим усложнением среды.

Положения эти — факты, подтвержденные строгим научным анализом. Так было на самом деле. Объективность же процессов лишней раз подчеркивается тем, что человечество подхватило эту природную эстафету. Во-первых, оно все больше самоорганизовывалось и превратилось в конце концов во взаимодействующую систему народов, а во-вторых, деятельность человека вела и ведет к усложнению среды обитания; впрочем, в данном случае правильнее воспользоваться значительно большим масштабом: деятельность человечества привела к появлению всепланетных и даже космического значения явлений — техносферы и ноосферы.

После возникновения географической оболочки, биогеносферы, на протяжении всей дальнейшей истории нашего универсума она была его стержнем, воплощением эволюции. Все важнейшие эволюционные события произошли в недрах биогеносферы, а до появления человека в значительной степени и определялись ею. Человек — качественно особый планетный феномен, со своими специфическими законами развития, и это признают все материалисты-диалектики. Но поскольку все действия человека до последнего времени реализовались в пределах биогеносферы, именно взаимодействие этих двух сущностей подготовило эволюционный взрыв, привело к планетной революции — возникновению человечества, техносферы и ноосферы.

По времени возникновения ноосфера занимает в этом ряду последнее место, но она опережает все остальные компоненты по времени выхода в космос: как только заработали радио- и телестанции, соответствующие виды излучений вынесли информацию за пределы планеты, в космос; процесс этот носил стихийный характер и никак не связан с волеизлиянием человека: просто иначе не могло быть. Вслед за ноосферой в космос вышли элементы техносферы и человек, и это имело уже целеустремленный, волевой характер, хотя и вполне объективный.

Перестроенное человеческим трудом и мыслью бытие планеты, перестроенное собственно человеческое бытие не могут не сказаться на геоуниверсуме, на солнечнопланетном поле. Нельзя, например, не принимать во внимание почти миллионкратное усиление земных радиоизлучений, происшедшее за последние десятилетия, — для воображаемого наблюдателя из космоса Земля сейчас выглядела бы «новой» планетой... И нельзя не принимать во внимание, что созданные, организованные и направленные человеком волны радиоволны (несущие информацию)

уже распространились по всему солнечнопланетному полю и, вероятно, вышли за пределы Солнечной системы.

8. Планетные универсумы, что вполне очевидно, в размерах своих зависят от центрального ядра, от планеты. Если мысленно расположить их в один ряд и обвести условной границей, то получится фигура, внешне напоминающая елку: «ствол» этой фигуры образуют маленькие, но плотные универсумы планет земной группы, а «крону» — гигантские универсумы планет юпитеровой группы.

Все основные эволюционные процессы в последние миллионлетия были сосредоточены в основании солнечнопланетного поля, в его тонком жестком «стволе»... Там загадочно зрела и вызрела жизнь, а ныне побеги ее, реально расширяя геоуниверсум, прорываются все дальше в космос, к пока еще мертвой ледяной «кроне» из планет юпитеровой группы... Земля, ее биосфера, человечество — самый активный участок солнечнопланетного поля и — если иметь в виду дальнейшую эволюцию — это будущее солнечнопланетного поля, будущее Солнечной системы.

9. В ходе длительного эволюционного процесса в человечестве, в самой его природе, сфокусировались все основные законы нашего универсума, развилось до огромных масштабов свойственное и животным умение овеществлять знания. Человечество вобрало в себя, сконцентрировало в себе знание и способность к повышению организованности геоуниверсума, к усложнению структуры геоуниверсума, к наследованию разумного и целесообразного, к гуманной экспансии во внешний мир, к расширению и углублению своего взаимодействия с внешним миром: человечеству предстоит изучить, освоить, вспахать и засеять семенами жизни солнечнопланетное поле.

Приобрело человечество и ответственность за ход эволюционного процесса, а это как раз и требует скорейшего развития теории физической географии и осознания места человечества в природе.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Арманд Д. Л. Нам и внукам, изд. 2. М., «Мысль», 1966.
- Арманд Д. Л. Физическая география в наши дни. М., «Знание», 1968.
- «Биосфера», пер. с английского. М., 1972.
- Вернадский В. И. Биосфера, М., 1967.
- «Вокруг света». Книга для чтения по физической географии. М., «Знание», 1966.
- Григорьев А. А. Закономерности строения и развития географической среды. М., 1966.
- Григорьев А. А. Типы географической среды. Избранные теоретические работы. М., 1970.
- Ефремов Ю. К. Во имя вечной щедрости природы. М., 1961.
- Забелин И. М. Теория физической географии. М., 1959.
- Забелин И. М. География и планеты. М., «Знание», 1962.
- Забелин И. М. Молодость древней науки. М., «Просвещение», 1967.
- Забелин И. М. Физическая география и наука будущего, изд. 2. М., «Мысль», 1970.
- Исаченко А. Г. Учение о ландшафте и физико-географическое районирование. Л., 1962.
- Исаченко А. Г. Основы ландшафтоведения и физико-географическое районирование. М., 1965.
- Исаченко А. Г. Развитие географических идей. М., 1971.
- Калесник С. В. Основы общего землеведения. М., Учпедгиз, 1955.
- Калесник С. В. Краткий курс общего землеведения. М., Географгиз, 1957.
- Калесник С. В. Общие географические закономерности Земли. М., «Мысль», 1970.
- Камшилов М. М. Биотический круговорот. М., 1970.
- Лада И. В., Писаржевский О. Н. Контуры грядущего. М., «Знание», 1965.
- Марков К. К. Палегеография. М., Географгиз, 1960.
- Милюков Ф. Н. Ландшафтная география и вопросы практики. М., 1966.
- Милюков Ф. Н. Основные проблемы физической географии. М., 1967.
- Милюков Ф. Н. Словарь-справочник по физической географии. М., «Мысль», 1970.
- Милюков Ф. Н. Ландшафтная сфера Земли. М., 1970.
- Неклюкова Н. П. Общее землеведение. М., «Просвещение», 1967.
- Орлов В. И. Основы динамической географии. М., «Просвещение», 1969.
- «Природа и общество». Сборник статей, М., 1968.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
<b>Закономерности развития географии как науки и предмет физической географии</b>	6
Общие замечания (6) У истоков географической науки (6) Описательный период в истории географии (этап накопления материала) (9) География и картография (11) География и смежные науки (13) Становление научной физической географии (14) Предмет исследования физической географии (16)	
<b>Природа географической оболочки</b>	22
Краткие сведения о вселенной (22) Солнечная система (23) Возникновение и развитие географической оболочки (25) Важнейшие природные особенности современной географической оболочки (36) Энергетические процессы в географической оболочке (45) Ритмические явления в географической оболочке (54) Структура географической оболочки (62) Положение и границы географической оболочки (96)	
<b>Человек и природа</b>	98
Общие замечания (98) Некоторые актуальные проблемы физической географии (106) Два новых планетных феномена — техносфера и ноосфера (113) Географическая среда, среда обитания и генетические ресурсы планеты (115)	
<b>Физическая география и космос</b>	120
Космизация науки и физическая география (120)	
<b>Заключение</b>	133
Физическая география и эволюция (133)	
Рекомендуемая литература	143

Игорь Михайлович Забелин

### ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ СЕГОДНЯ

Пособие для учителей

Редакторы *О. С. Васильева и А. В. Дуракова*

Обложка художника *В. Н. Бойкова*

Художественный редактор *А. В. Сафонов*

Технический редактор *Н. Н. Махова*

Корректор *Л. П. Михеева*

Сдано в набор 9/VIII 1972 г. Подписано к печати 8/V 1973 г. 60×90/16. Типографская № 3. Печ. л. 9. Уч.-изд. л. 9,63. Тираж 40 тыс. экз. А-07067.

Издательство «Просвещение» Государственного комитета Совета Министров РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.

Областная типография управления издательств, полиграфии и книжной торговли Ивановского облисполкома, г. Иваново-8, ул. Типографская, 6.

Цена 26 коп.