

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

А. Г. ИСАЧЕНКО

ВВЕДЕНИЕ В ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ГЕОГРАФИЮ

Учебное пособие



Издательство С.-Петербургского университета
2003

«Федеральная программа книгоиздания России»

Рецензенты: д-р геогр. наук, проф. *Ю.Д.Дмитревский* (С.-Петерб. гуманитарный университет профсоюзов), д-р геогр. наук, проф. *В. М. Разумовский* (С.-Петерб. гос. университет)

*Печатается по постановлению
Редакционно-издательского совета
С.-Петербургского государственного университета*

Исаченко А. Г.

\$5 Введение в экологическую географию: Учеб. пособие. — СПб.: Изд-во
С.-Петерб. ун-та, 2003. - - 192 с.
ISBN 5-288-02595-9

В книге освещаются современные представления о роли комплексного ландшафтно-географического подхода в разработке научных основ решения экологических проблем, сформулировано понятие об экологическом потенциале ландшафта, изложены методы его оценки. Рассмотрены принципы и методы эколого-гео-графических исследований, включая анализ антропогенных трансформаций ландшафтов и их устойчивости к техногенным нагрузкам; особое внимание уделено региональным аспектам экологической географии; предложено эколого-географи-ческое районирование России и дан обзор современного экологического состояния ландшафтов по крупным регионам страны. Заключительная часть посвящена ландшафтно-географическим основам рационального использования природных ресурсов и принципам проектирования культурного ландшафта.

Пособие предназначено для студентов-географов, специализирующихся по направлению «Экология и природопользование».

Тем. план 2001 г., № 47
ББК 26.8

А. Г. Исаченко, 2003

Издательство
С.-Петербургского
университета, 2003

BN 5-288-02595-9

ПРЕДИСЛОВИЕ

Экологизация географии, наблюдаемая в последние десятилетия, нашла свое отражение в учебных планах географических факультетов университетов, где началась подготовка специалистов по междисциплинарному эколого-географическому направлению. Однако учебный процесс практически не обеспечен необходимой литературой. Формирование новых научных дисциплин на стыке географии и экологии сопровождается острыми дискуссиями по поводу их целей, задач и содержания. В научной литературе мы порой встречаемся с противоположными взглядами по этим вопросам. Дискуссионности нельзя избежать и в данном учебном пособии. Но в то же время всякая попытка обобщения существующих взглядов на роль географической науки, ее место в решении экологических проблем человечества не может не носить на себе более или менее четкого отпечатка авторского видения излагаемых вопросов. Сказанное в полной мере относится к предлагаемому изданию. Содержание учебного пособия построено в соответствии с программой лекционного курса, который автор начал читать на факультете географии и геоэкологии Санкт-Петербургского государственного университета в 1997 г.

Экологическая география тесно связана с другими географическими дисциплинами, в особенности с ландшафтоведением. Фактически разработка многих фундаментальных вопросов экологической географии, таких как антропогенные воздействия на природную среду, устойчивость ландшафта к этим воздействиям и т.д., начиналась в рамках ландшафтоведения. Поэтому между обеими дисциплинами имеются определенные перекрытия, и знание основ ландшафтоведения служит необходимой предпосылкой для изучения экологической географии. В то же время успешное развитие экологической географии - науки, ориентированной на человека, - вряд ли можно себе представить без опоры на экологию человека. Проблемам ландшафтоведения и экологии человека посвящены многочисленные научные публикации, и некоторые из них могут быть использованы в качестве дополнительных источников по КУРСУ «Экологическая география». Ограничимся лишь указанием на университетский учебник А. Г. Исаченко «Ландшафтоведение и физико-географическое районирование» (М., 1991) и учебное пособие В. Н. Мовчана «Введение в экологию человека» (СПб., 1997). В этих работах читатель найдет списки рекомендуемой литературы по соответствующим предметам.

Что касается литературных материалов, в той или иной степени относящихся к экологической географии, то за последние годы их появилось немало. Однако выбор дополнительных источников применительно к содержанию учебного курса затруднен в силу ряда обстоятельств. Многие издания выходят в свет без предварительной профессиональной апробации, не отличаются высоким научным уровнем, быстро устаревают. Типичны узкоспециализированная направленность и локальный характер содержания. Особенности современной научной литературы являются ее мизерные тиражи и трудная доступность для читателя. Налаженная информация о книжных новинках отсутствует, и часто

наиболее нужных книг нет даже в крупных библиотеках, что делает практически бесполезным включение их в списки рекомендуемой литературы.

Углубленное изучение экологической географии должно опираться на результаты конкретных исследований в различных регионах. Примеры таких исследований пока еще единичны. Автор предпринял попытку обобщить доступную региональную информацию и составить эколого-географическую сводку по территории России¹, которая может быть использована в качестве источника для более детального изучения ряда проблем, излагаемых в данном учебном пособии, в особенности по гл. 4, 5, 6 и 8. Указания на другие источники, которые могут служить в качестве рекомендуемой литературы, приведены в подстрочных примечаниях соответствующих глав. Автору, в частности, представлялось полезным ознакомить читателя с важнейшими классическими трудами, к которым восходят истоки современных эколого-географических представлений (гл. 1).

-

¹ Исаченко А. Г. Экологическая география России. СПб., 2001.

1.1. Географический детерминизм и географический нигилизм

Современный интерес к экологическим проблемам вполне закономерен объясняется резким обострением взаимоотношений между человечеством и его природной средой в результате научно-технической революции. Однако было неверно считать, что такой интерес возник лишь в последние десятилетия. Проблема «человек и природа» вечная проблема науки и философии. Экологические аспекты составляют ее существенную часть. Вопросы взаимоотношений человека и природы можно считать традиционными для геогра и в их разработке этой науке принадлежит исключительно важная роль.

Первые концепции, касающиеся взаимоотношений человека и природной среды, восходят к античной эпохе — по крайней мере, к V в. до н. э. Начиная с этого времени в течение многих веков доминировал явно односторонний подход к проблеме: ученых, философов и политиков занимал вопрос о том, как природная среда влияет на жизнь людей, их культуру, государственное устройство, историю. Этот односторонний акцент вполне объясним на уровне развития производительных сил, когда человек находился в очевидной зависимости от стихийных сил природы, а его «ответное» воздействие на природу еще не было сколько-нибудь ощутимым и не внушало ниш беспокойства. Так, основатель медицины *Гиппократ* (460-377 гг. до н. э.) считал, что тело и дух людей определяются климатом. Он делил обитаемую сушу на три полосы — холодную северную, умеренную среднюю и жаркую южную. По мнению Гиппократа, жителям этих трех полос свойственны различные физические и психические особенности. Жившие примерно в ту же эпоху историки *Фукидид* и *Ксенофонт* объясняли могущество Афин природными условиями и географическим положением. А несколько позднее выдающийся мыслитель древности *Аристотель* (384-322 гг. до н. э.) утверждал, что жители холодных стран храбры, но лишены выдумки и технической изобретательности и потому якобы нуждаются в политическом руководстве; жители жарких (азиатские) народы, напротив, глубокомысленны и изобретательны, но энергичны, вследствие чего подчинение и рабство являются их «естественным состоянием». Эллы же, живущие в самых благоприятных природных условиях, разумеется, сочетают в себе лучшие качества тех и других и с природой предназначены властвовать над всеми.

Так было положено начало *географическому детерминизму* — учению определяющему влияние географической (природной) среды на судьбы человечества. И уже в рабовладельческую эпоху это учение использовалось в политических целях — для обоснования права на господство одного народа над другими. Следовательно, географический детерминизм с самого начала оказался не столько научной теорией, сколько политической доктриной. Надо заметить, что тогда этими вопросами интересовались преимущественно не географы, а

историки и политики. Античные географы, и среди них *Геродот* (V в. до н. э.), *Страбон* (I в. н. э.), пытаясь объяснить природными условиями конкретные явления из жизни народов, особенности их быта, хозяйства, не делали из этого крайних политических выводов.

Спустя много столетий, когда на политическую арену стал выходить класс буржуазии, произошло возрождение географического детерминизма. В своей борьбе против феодализма идеологи нового общественного устройства отвергли свободную волю и божественное провидение и попытались найти естественные причины общественных явлений. Опора была найдена в воззрениях античных ученых. Одним из первых к ним обратился французский юрист и политик *Жан Бодэн* (XVI в.). В первой половине XVIII в. его идеи заимствовал и развил выдающийся просветитель *Шарль Луи Монтескье*: хотя он и признавал, что общественные законы во многом зависят от тех способов, какими различные народы добывают себе средства к жизни, но утверждал, что «власть климата сильнее всех властей». И все же в то время идеи этих ученых имели определенное прогрессивное значение, поскольку выражали стремление отойти от средневековых религиозных догм и найти материалистическое объяснение истории общества. Заметим, что ни Бодэн, ни Монтескье, ни многие другие их современники • - сторонники географического детерминизма - - не были географами. Географы того времени проявляли значительно меньше интереса к влиянию природы на судьбы народов, чем историки, политики и философы.

Начало усиленного проникновения географического детерминизма в географию связано с работами *Карла Риттера* (первая половина XIX в.). Риттер стремился сделать географию антропоцентрической наукой, вспомогательной для истории. В каждой части суши он находил особое предназначение для судеб человечества, причем Европа у него оказывалась наиболее «совершенной», чтобы служить «воспитательным домом» для всего человечества. Конечную свою цель Риттер видел в том, чтобы открыть в лице Земли его «высшее предназначение» и замысел Творца. Таким образом, в его взглядах своеобразно соединились географический детерминизм и божественное провидение.

Идеи К. Риттера вначале нашли отклик главным образом у историков (дань географическому детерминизму в той или иной мере отдали и некоторые русские историки, среди них С. М. Соловьев, В. О. Ключевский, Л. И. Мечников). Географы же рассматривали географию как преимущественно науку естественную, а многие из них сурово критиковали представления Риттера. Но ближе к концу XIX в., когда в географии резко усилились антропоцентрические тенденции, географы, особенно в Германии, стали чаще обращаться к Риттеру и провозглашать своей задачей выяснение влияния географических условий на материальную культуру и политику. Особенно много последователей было у *Фридриха Ратцеля*, которому принадлежит, в частности, идея о государстве как организме, стремящемся к расширению своего жизненного пространства. Эта идея впоследствии легла в основу геополитики и в крайней ее форме была использована немецким фашизмом для обоснования территориальной экспансии.

Ученица Ф. Ратцеля *Эллен Черчилл Семпл* пропагандировала идеи Ф. Ратцеля в США, где учение о «географическом контроле» над судьбами челове-

чество получило название инвайронментализма (от англ. environment — окружение). Наиболее известное произведение Э. Ч. Семпла «Влияние физической среды», увидевшее свет в 1911 г., начинается словами: «Ч есть продукт земной поверхности». Особенно широкую известность по; труды *Элсуорта Хантингтона*. По его представлениям, во все эпохи ра цивилизации определялось климатом; от климата зависят религии, пул культур, колебания в производстве железа или курсе акций и даже спосс народов к сопротивлению против тирании.

В советской географической литературе можно встретить упрощен» кование всей географии Запада как якобы стоящей на позициях геогра кого детерминизма, или инвайронментализма. В действительности это i Уже в 20-е годы XX в. отдельные американские и немецкие географы пили с критикой инвайронментализма, а после второй мировой вой Западе критиковать инвайронментализм стало своего рода признаком хо тона. Но это привело к тому, что в США и некоторых других странах ге(ударились в иную крайность, которую можно назвать *географическим лизмом*. В 50-60-е годы в западной географии появились течения, прот ставившие географическому детерминизму «культурный детерминизм», альный детерминизм» и т. п., а влиянию природной среды — свободну! человека. Известный американский географ *Престон Джеймс* писал, системе «человек-страна» определяющим фактором является культур традиционный образ жизни обитателей. В высказываниях ряда других e более ясно выражается идеалистическое толкование общественно-истори* процесса, полностью отрицаются как природные, так и экономические ры, история общества рассматривается как цепь случайностей и проя: «свободной воли».

Надо заметить, что между двумя крайними направлениями сущест как бы промежуточные, или компромиссные, концепции - - «умеренн терминизм», «поссибилизм», «пробабилизм», сторонники которых пы найти некую «сбалансированную» точку зрения на проблему взаимоотнонс природы и человека. Поссибилизм (от фр. possible -- возможный, возм возникший во Франции в 20-е годы XX в., исходил из того, что п предоставляет человеку множество возможностей, среди которых челов< боден выбирать. Главное для поссибилиста - - свобода выбора. Поссиб! подверглись критике как «слева» - - со стороны инвайронменталистов, «справа» - со стороны крайних индетерминистов. Первые упрекали недооценку роли природной среды и признание ничем не ограничленно! бодной воли», а вторые — даже за малейшие уступки географическо терминизму.

Особенно серьезно критиковали поссибилистов так называемые уме] детерминисты. Видный британский географ *Гриффит Тэйлор* (1890-известный своими работами по Австралии, резонно заметил: «Какая от разговоров о поссибилизме применительно к такому району, как ар центр Австралии?»¹ Поссибилисты говорят о возможности превращения пу-

¹ Geography in the twentieth century / Ed. by G. Taylor. N. Y.; L., 1953. P. 10.

стынь в сады, но с помощью ирригации можно превратить в сады лишь 1/500 часть территории австралийских пустынь. По выражению другого знатока Австралии, *Оскара Сней/на*, попсибилизм - - очень чахлое растение в австралийских бушах. Желая проиллюстрировать идею о безграничных возможностях свободной воли, один из сторонников попсибилизма заявил, что если судьба народов будет зависеть от выращивания бананов на полюсе, то они будут выращены, чего бы это ни стоило. В ответ на это Г. Тэйлор не преминул заметить, что именно подобные акции детерминисты стремятся предотвратить. По словам О. Спейта, попсибилисты преуменьшают роль географического фактора до такой степени, что география превращается у них в социологию, пересыпанную географическими названиями.

Суждения умеренных детерминистов во многом верны. Г. Тэйлор справедливо доказывал, что задача географии - изучение природной среды и ее влияния на человека, но вовсе не всех проблем, связанных с человеком. Нельзя не согласиться со словами другого умеренного детерминиста, *А. Ф. Мартина*, относящимися еще к 1951 г.: «Географы *не* утверждают, что географическая среда есть единственный или наиболее важный фактор, определяющий человеческую деятельность, они просто констатируют, что их специфическая задача состоит в том, чтобы изучать эту группу факторов, а не другую»².

Советские географы приложили немало усилий для того, чтобы доказать порочность географического детерминизма, однако это, так же как и на Западе, нередко приводило к крайностям — «географическому нигилизму», недооценке значения природных географических факторов как в географических разработках ученых, так и в практике хозяйственного строительства, освоения новых территорий, в краткосрочных и долгосрочных планах социально-экономического развития. И все же, несмотря на общепринятую философскую концепцию отрицания определяющего значения географической среды в развитии общества, многие географы своими конкретными региональными исследованиями подтвердили важную роль географических факторов в жизни людей и развитии народного хозяйства.

Сейчас уже вряд ли найдется серьезный ученый, который взялся бы отстаивать основные принципы инвайронментализма первой половины XX в. Интересы географов сместились с выяснения «географического контроля» над судьбами человечества и ходом его истории на более конкретные вопросы всестороннего учета географической среды, ее оценки в целях рационального использования. Об этом хорошо сказал известный английский географ *Дадли Стэм* (1898-1966) еще в 1960 г. Осуждая географов-«экстремистов» недавнего прошлого, он подчеркивал, что в современном мире, с его растущим населением и ограниченными земельными ресурсами, природные факторы более важны, чем когда-либо в прошлом. Человек не эмансипировался от их влияния. Правда, он может все лучше и лучше узнавать, как их контролировать, но избежать их влияния невозможно.

² Martin A. F. The necessity of determinism // Transactions and papers of Institution of British Geographers. L., 1951. Vol. 17. P. 9.

До тех пор пока географические детерминисты не претендуют на универсальное истолкование истории общества и лишь требуют, чтобы наши действия согласовывались, по выражению Г. Тэйлора, с планом природы, они, безусловно, правы. Верность такого требования доказана жизненным опытом всего человечества, особенно в последние десятилетия, когда плоды бесконтрольного хозяйничанья в природной среде дали себя знать в наших экономических просчетах, истощении природных ресурсов и ухудшении среды обитания людей.

1.2. Воздействие человека на природу: эволюция взглядов

Пока одни ученые ломали копья в спорах о влиянии географической среды на судьбы человечества, другие стали обращать внимание на вторую сторону системы «человек-природа», а именно на те изменения, которые человек своей деятельностью вносит в природную среду. Пищу для раздумий на эту тему мог бы дать уже опыт древнейших культурных народов Египта, Двуречья, Индии, Китая, создавших мощные ирригационные системы. Однако убежденность в силе человеческого разума, в способности человека «покорить природу» появилась значительно позднее и связана с последствиями Великих географических открытий, успехами естествознания и первыми победами молодого капитализма. В 1693 г. английский ученый *Джон Рей* допускал, что Ла-Манш мог быть вырыт людьми. С ним соглашался выдающийся французский естествоиспытатель и просветитель *Жорж Луи Леклерк де Бюффон* (1707-1788). Он разделил историю Земли на семь периодов, последний из которых, по его мнению, характеризуется выходом на арену человека как силы, соперничающей с силами природы. Однако уже в начале XIX в. в суждениях о воздействии человека на природу появляется новый аспект: наиболее дальновидные ученые высказывают опасения, что вмешательство человека в естественный ход природных процессов чревато большими опасностями. Предшественник Дарвина *Жан Батист Ламарк* (1744-1829) писал в 1820 г., что «назначение человека как бы заключается в том, чтобы уничтожить свой род, предварительно сделав Земной шар непригодным для обитания»³.

Первый серьезный научный анализ изменений, произведенных человеком в физико-географических условиях Земли, дал американский географ *Джордж Перкинс Марш* (1801-1882) в 1864 г. Он подробно рассмотрел географические следствия изменений, произведенных человеком в растительном и животном Миров, истребления лесов, преобразования гидрографической сети (устройство плотин, осушение болот и озер), осушения и орошения почв, укрепления песков. Дж. П. Марш пытался предвидеть возможные последствия таких Мероприятий, как переброска вод Дона в Каспийское море или Волги - в Азовское, осушения залива Зейдер-зе (Эйсселмер) в Нидерландах. Он убедительно доказал, что недооценка взаимных связей в природе, т. е. нарушение

³ Ламарк Ж. Избр. произв. М., 1959. Т. 2. С. 442.

сложившегося в ней равновесия, ведет к непредвиденным и преимущественно вредным результатам, которые составляют косвенные последствия действий, предпринятых с целью получить непосредственную выгоду. По словам Марша, природа мстит человеку за непродуманные действия, за нарушение ее естественного равновесия⁴. Марш подчеркивал, что воздействие человека на природу следует рассматривать как проблему физико-географическую. К сожалению, современники не оценили его книгу должным образом, и в Америке ее вспомнили спустя почти 100 лет, когда мир уже встал перед угрозой экологического кризиса.

Мыслям Дж. П. Марша созвучны идеи *Фридриха Энгельса* о том, что «мы отнюдь не властвуем над природой так, как завоеватель властвует над чужим народом... Все наше господство над ней состоит в том, что мы, в отличие от всех других существ, умеем познавать ее законы и правильно их применять»⁵. За каждое наше пренебрежение к этим законам природа, говорит Энгельс, пользуясь тем же выражением, что и Марш, мстит человеку неожиданными последствиями. «Людам, которые в Месопотамии, Греции, Малой Азии и других местах выкорчевывали леса, чтобы получить таким путем пахотную землю, и не снилось, что они этим положили начало запустению этих стран, лишив их вместе с лесами центров скопления и сохранения влаги. Когда альпийские итальянцы вырубали на южном склоне гор хвойные леса, так заботливо охраняемые на северном, они не предвидели, что этим подрезывают корни высокогорного скотоводства в своей области; еще меньше они предвидели, что этим они на большую часть года оставят без воды свои горные источники, с тем, чтобы в период дождей эти источники могли изливаться на равнину тем более бешеные потоки»⁶.

Ф. Энгельс показал, что основная причина подобного безответственного отношения человека к природе коренится в устройстве самого общества: «Все существовавшие до сих пор способы производства имели в виду достижение ближайших, наиболее непосредственных полезных эффектов труда... Какое было дело испанским плантаторам на Кубе, выжигавшим леса на склонах гор и получившим в золе от пожара удобрение, которого хватило на *одно* поколение очень доходных кофейных деревьев, - какое им было дело до того, что тропические ливни потом смывали беззащитный отныне верхний слой почвы, оставляя после себя лишь обнаженные скалы»⁷.

Приведенные высказывания Энгельса не могли быть известны современникам, так как впервые были опубликованы лишь в 1925 г. Что касается ⁷РУДа Дж. П. Марша, то стоит заметить, что в 1866 г. он был переиздан на русском языке в Петербурге и автор русского предисловия (по-видимому, переводчик А. Н. Неведомский) писал, что «не лишне было бы хоть некоторым земским представителям губерний познакомиться с взаимной зависимостью

⁴ См.: Марш Дж. П. Человек и природа. СПб., 1866. С. 46.

⁵ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд. Т. 20. С. 496.

⁶ Там же.

⁷ Там же. С. 497.

физико-географических условий природы, чтобы иметь возможность влиять на более осмотрительную и плодотворную эксплуатацию естественных богатств страны»⁸. Однако, как уже было отмечено, книга Марша осталась в то время почти незамеченной географами. В XIX в. был широко распространен взгляд на географию как науку естественную. Еще в 1762 г. *Николя Демаре* писал, что география изучает Землю как природное тело, отвлекаясь от того, что она обитаема и представляет среду жизни людей. Уже много позднее, в 80-х годах XIX в., *Георг Герланд* отмечал, что «наши знания о Земле, ее силах и их взаимодействии нисколько не увеличатся от того, что я буду знать, какое влияние они оказали на человека и как он воспользовался ими»⁹.

Правда, такой крайний взгляд разделяли далеко не все географы-натуралисты. Крупнейший географ и естествоиспытатель первой половины XIX в. *Александр Гумбольдт* (1769-1859) видел задачу географии в познании общих законов и внутренних связей в земных явлениях, уделяя при этом главное внимание изучению зависимости органической жизни от неживой природы. Сюда же Гумбольдт отчасти относил и человека, но лишь «в его различных физических оттенках, в географическом распределении современно существующих типов его, в том влиянии, которое оказывают на него земные силы, и обратно, в том влиянии, хотя более слабым, которое сам он мог иметь на них»¹⁰. В этих словах вполне отчетливо звучит идея *взаимодействия* между человеком и природой Земли, хотя сам Гумбольдт достаточно сдержанно относился как к представлениям в духе риттеровского географического детерминизма, так и к неумеренному возвеличиванию возможностей человечества по преобразованию природы.

В 1868-1869 гг. попытку описать воздействие человека на природу предпринял французский географ *Элизе Реклю* (1830-1903). Но с конца XIX в. географов Запада все больше привлекает идея «географического контроля» над судьбами человечества и лишь немногие из них обращаются к вопросам воздействия человека на природную среду. Так, в 1912 г. представительница английской антропогеографии *Мэрион Ньюбигин* посвятила специальный труд покорению природы человеком. Географы французской школы «географии Человека» уделяли определенное внимание влиянию человека на ландшафт, но это выразилось преимущественно в описании чисто внешних изменений на земной поверхности, вызванных деятельностью человека. Близкий характер имели исследования представителей так называемой школы «культурного ландшафта», возникшей после первой мировой войны в Германии и имевшей Последователей в США. Географы названных школ не смогли дать ни глубокого Научного анализа трансформаций, производимых человеческой деятельностью^в природном комплексе, ни каких-либо серьезных рекомендаций по оптимизации этого воздействия.

⁸ Марш Дж. П. Человек и природа. С. V.

⁹ Герланд Г. Задачи и разделение географии // Изв. Импер. Русск. геогр. о-ва. 1888. Т. 24. Вып. 4. Приложение 7. С. 35.

¹⁰ Гумбольдт А. Космос. М., 1866. Т. 1. С. 319.

1.3. Истоки научной теории природопользования и экологической географии в трудах В. В. Докучаева и его школы

В российской науке конца XIX в. отношение к проблеме взаимодействия человека и природы не ограничивалось чисто академическими интересами и получило направление, которое можно назвать конструктивным. Величайшая заслуга в этом принадлежит профессору Санкт-Петербургского университета *Василию Васильевичу Докучаеву* (1846-1903). Подводя итоги достижениям естествознания в XIX столетии, этот выдающийся ученый и мыслитель писал в 1898 г., что наука XIX в., добившись огромных успехов в изучении отдельных тел и явлений природы, упустила из виду ту «генетическую, вековую и всегда закономерную связь, какая существует между силами, телами и явлениями, между мертвой и живой природой, между растительным, животным и минеральным царствами, с одной стороны, человеком, его бытом и даже духовным миром --с другой. А между тем именно эти соотношения, эти закономерные взаимодействия и составляют сущность познания естества. Ядро истинной натурфилософии - - лучшую и высшую прелесть естествознания»¹¹

Глубокий анализ состояния современного ему естествознания привел Докучаева к выводу о необходимости создания особой науки «о тех многосложных и многообразных отношениях и взаимодействиях, а равно и о законах, управляющих вековыми изменениями их, которые существуют между так называемыми живой и мертвой природой, между: а) поверхностными горными породами, б) пластикой Земли, с) почвами, d) наземными и грунтовыми водами, e) климатом страны, f) растительными и g) животными организмами (в том числе и главным образом низшими) и человеком, гордым венцом творения»¹².

Задачу, которую поставил перед собой Докучаев, можно рассматривать как общенаучную и одновременно философскую. Но в той конкретной постановке, в какой мы видим ее у этого ученого, она оказывается *географической*. Сам Докучаев не стал придумывать для новой науки какого-либо названия, но подчеркивал, что ее не следует смешивать ни «с существующими отделами естествознания, ни тем более с расплывающейся во все стороны географией»¹³. Пока же, по мнению Докучаева, ближе всего к ней стоит почвоведение русской школы. В дальнейшем он предполагал посвятить этой науке большой труд, но был уже не в состоянии осуществить столь грандиозный замысел, и мы не знаем, во что бы он вылился. Но началом, или введением к новой науке, сам Докучаев считал свое учение о зонах природы. Это обстоятельство, а

¹¹Докучаев В. В. К учению о зонах природы (1898-1899) // Соч. Т. 6. М.; Л., 1951. С. 398—399.

¹²Докучаев В. В. Место и роль современного почвоведения в науке и в жизни (1898) // Там же. С. 416.

¹³ Там же. С. 417.

также географический взгляд Докучаева на почву, географизм его научнc метода и в целом географический характер его естественнонаучных воззрен дали основание таким ученым, как Г. Ф. Морозов, К. Д. Глинка, Л. С. Бе; утверждать, что Докучаев создавал *новую географию*. «Докучаев не подоз} вал» — писал Л. С. Берг, - - что та новая наука, основные вехи которой намечал в своих набросках, и есть настоящая география»¹⁴.

Что же касается кажущегося на первый взгляд парадоксальным возра» ния против смешения «его» науки с «расплывающейся во все стороны ге графией», то Докучаев трезво оценивал состояние современной ему географ] и его учение действительно имело с ней мало общего. Л. С. Берг говори «...нужно отдать справедливость Докучаеву: то понимание сущности географ]и какое господствовало в его время, именно в конце XIX века, могло созда об этой науке только такое представление, какое дал о ней великий почвовед.. И Л. С. Берг был тысячу раз прав, когда утверждал, что «Докучаев с полнь: правом может быть назван основоположником современного направления ге графии»¹⁵. В другом месте он писал: «Родоначальником учения о географ ческих ландшафтных зонах и вместе с тем основоположником современнс географии был великий почвовед В. В. Докучаев»¹⁶. В отечественной геогр фии эта оценка Докучаева, принадлежащая авторитетнейшему русскому советскому географу, считается неоспоримой. О заслугах Докучаева перс географией написано уже немало. Здесь же обратим внимание на то, что современной точки зрения его учение содержит сильный экологический, точнее эколого-географический акцент. Он явственно звучит в цитированно определении задач новой науки. К этой части научного наследия Докучав! мы еще вернемся ниже.

В. В. Докучаев не случайно считал, что ближе всего к всеобъемлюще науке о взаимосвязях стоит русское почвоведение. Именно от созданного и учения о почве Докучаев пришел к географическому синтезу, к идее геогрг фического комплекса. Взгляд Докучаева на почву был географическим: почв он рассматривал как результат взаимодействия всех географических компс нентов -- материнской породы, климата, рельефа, живых организмов, - - ка продукт географического ландшафта и в то же время его зеркало. Таки] образом, почва послужила ему отправным пунктом для более широких гее графических обобщений. Вершиной этих обобщений явилось учение о зона природы.

Согласно В. В. Докучаеву, зональность - - горизонтальная (широтная) і вертикальная (высотная) — *мировой закон*. Каждая естественноисторическш зона - - это целостная природная система, в которой все явления живой] мертвой природы тесно взаимообусловлены. Докучаев дал схему широтны: зон Северного полушария и их краткую характеристику¹⁷. В дальнейшем

¹⁴ Берг Л. С. В. В. Докучаев как почвовед// Почвоведение. 1939. № 2. С. 17.

¹⁵ Там же.

¹⁶ Берг Л. С. Географические зоны Советского Союза. М., 1947. Т. I. С. 7. ¹⁷ См.: ¹⁷ Докучаев В. В. К учению о зонах природы. С. 398-399.

докучаевское учение о зонах (которые теперь принято называть ландшафтными) получило всеобщее признание и развивалось его многочисленными последователями, а закон зональности вошел в науку как первый географический закон. Для нас же в данном случае представляет особый интерес одна существенная черта докучаевской концепции мировой зональности, которая большинством последующих истолкователей замалчивалась или рассматривалась как преувеличение и дань географическому детерминизму.

В. В. Докучаев распространял действие закона зональности и на человека. Он говорил, что человек зонален во всех проявлениях своей жизни. Он не только сопоставлял с природными зонами «сельскохозяйственные царства», но и пытался найти зональную специфику в типах жилища и одежды, характере пищи, а в отдельных случаях даже в «умственном и нравственном облике» жителей (имея в виду аборигенов). Конечно, Докучаев не избежал некоторых фактических ошибок, но они вполне объяснимы состоянием знаний того времени. Человек – биологическое существо и не может не подчиняться законам природы. Сейчас мы имеем возможность назвать ряд новейших исследований по географии (и в первую очередь зональности) жилища, одежды, питания, наконец, по *экологии человека*. И теперь мы можем воздать должное Докучаеву как зачинателю и этого научного направления.

В трудах В. В. Докучаева высокий уровень теоретических обобщений сочетался с практической (прикладной) направленностью исследований. Вся его творческая деятельность была связана с русским сельским хозяйством и главным образом с тем, что мы теперь назвали бы степным природопользованием. Сюда относятся его классические исследования черноземов и природы степей в целом. До сих пор образцом комплексного географического подхода к оптимизации природной среды остается его труд «Наши степи прежде и теперь». В этой книге он дал глубокий комплексный анализ природы степных ландшафтов, затем показал, как хозяйственное воздействие привело к их прогрессирующему иссушению, развитию оврагообразования, утрате почвенного плодородия, а итогом этого исследования явилась комплексная программа рационального использования и улучшения природной среды степной зоны. Докучаев неустанно подчеркивал, что в основе сельского хозяйства лежат все природные факторы, которые тесно между собой взаимосвязаны, и чтобы овладеть ими, нужно «читать и штудировать ... всю, единую, цельную и нераздельную природу, а не отрывочные ее части»¹⁸. В последние годы жизни Докучаев, опираясь на закон мировой зональности, наметил генеральную стратегию совершенствования сельского хозяйства и проведения мелиоративных работ в стране применительно к каждой ландшафтной зоне.

В. В. Докучаев предвидел в ближайшем будущем ухудшение, говоря современным языком, экологической обстановки в столице России и обратил внимание на недостаточную изученность природной среды ее окрестностей. В 1890 г. он предложил программу детального естественноисторического исследования С.-Петербурга и его окрестностей. По его мысли, такое исследование

¹⁸ Докучаев В. В. Наши степи прежде и теперь (1892) // Соч. Т. 6. С. 97.

дало бы основу для улучшения жизни людей «миллионного города», их благосостояния и здоровья. Будучи непримиримым противником узко утилитарного подхода к природе, этот ученый подчеркивал, что исследование должно быть строго научным, объективным, что нельзя ориентироваться лишь на сиюминутные практические интересы и что все элементы природы необходимо рассмотреть в их взаимной генетической связи. По настоянию Докучаева Русское географическое общество создало специальную комиссию для проведения исследований, однако дело не сдвинулось с места. Отчасти это, по-видимому, объясняется тем, что после сильнейшей засухи 1891 г. Докучаеву пришлось возглавить большие многолетние исследования в степной зоне, отчасти — отсутствием средств. И тем не менее Докучаев не оставлял надежды на осуществление своего замысла. В 1900 г. ему удалось даже «выбить» в городской думе средства на продолжение работ комиссии. Но это была его последняя победа, ибо состояние здоровья не позволило ему продолжать начатое дело, а другие члены комиссии, насколько известно, не проявили к нему большого интереса. Сейчас можно только поражаться прозорливости великого ученого, который сто лет тому назад предвидел, что будущие поколения столкнутся с «экологической ситуацией». С тех пор наука сильно обогатилась экологической терминологией, но его программа эколого-географического исследования Петербурга и окрестностей все еще ждет своей реализации.

В. В. Докучаев создал научную школу, которая заняла ведущее положение в отечественной географии XX столетия. Его ближайшие ученики и последователи развивали докучаевские идеи в двух главных и тесно связанных между собой направлениях. В теоретическом направлении такое развитие привело к формированию учения о ландшафте, в прикладном — к созданию на этом теоретическом фундаменте основ рационального природопользования. В частности, уже в начале XX в. Г. Ф. Морозов разрабатывал научные принципы лесоводства, опираясь на докучаевские идеи о всеобщей связи природных факторов, на его же учение о зональности и на представление о географическом ландшафте, в развитие которого сам же внес существенный вклад наряду с Л. С. Бергом. Другой ученик Докучаева, Г. Н. Высоцкий, положил те же принципы в основу теории и практики степного лесоразведения.

В разработку географических основ природопользования большой вклад внес современник В. В. Докучаева, выдающийся климатолог А. И. Воейков (1842-1916). В 1894 г. он посвятил специальную работу проблеме воздействия человека на природу, но рассматривал ее не столько в теоретическом, сколько в конструктивном плане — по его собственным словам, как проблему «земельных улучшений». Главная идея состояла в том, чтобы использовать силу самой природы и их взаимную зависимость для улучшения природных условий. Особое значение он придавал растительности и воде как «рычагам» управления процессами в природном комплексе. Воейков настойчиво пропагандировал идею использования бесполезно испаряющейся воды для выполнения полезной работы, т. е. создания органического вещества. В искусственном лесоразведении он видел основной способ борьбы с опустыниванием, разведение песков, селями, лавинами и путь к управлению водным режимом, а также и климатом. Регулирование водного режима с помощью орошения пустынь и

степей, осушения болот, создания искусственных водохранилищ, снегозадержания также, согласно Воейкову, служит важным средством земельных улучшений и повышения продуктивности сельского хозяйства.

Позднее, уже в 20-30-е годы, научные представления о воздействии человека на природу обогатились исследованиями *В. И. Вернадского* и *А. Е. Ферсмана*, раскрывающими глобальную роль человечества как геологического и геохимического фактора. Однако долгое время вопросам воздействия человека на ландшафты не уделялось должного внимания. Лозунги «покорения» и «преобразования» природы, призывы не ждать милостей от нее мало способствовали серьезному научному исследованию негативных последствий нашего вмешательства в природные процессы. После Великой Отечественной войны научно-исследовательские работы географов стали более тесно увязываться с пятилетними планами развития народного хозяйства СССР, с осуществлением грандиозных проектов преобразования природы степей, освоения целинных земель, гидротехнического строительства и т. д. Как бы мы ни относились к подобным «проектам века», нельзя отрицать, что участие в их осуществлении явилось хорошей школой для географов, многократно подтвердило практическое значение ландшафтной теории, содействовало формированию различных прикладных направлений географии в сфере природопользования - градостроительного, агропроизводственного, рекреационного, мелиоративного и др.

Что касается эколого-географических идей Докучаева, то в течение нескольких десятилетий условия для их развития были малоблагоприятными. Общепринятый философский тезис гласил, что влияние географической среды на человеческое общество не является определяющим. Наиболее радикальные идеологи безоговорочно осуждали географический детерминизм. Подобная ситуация не могла служить для географов стимулом к глубоким исследованиям многосторонних зависимостей населения от среды его обитания. Положение стало меняться к концу 60-х годов, когда во всем мире была осознана обратная сторона научно-технического прогресса — реальная угроза экологического кризиса вследствие истощения природных ресурсов и одновременного резкого ухудшения качества среды обитания человечества.

1.4. Научно-техническая революция и экологическое движение

В середине XX в. мир вступил в эпоху научно-технической революции (НТР). Невиданные доселе достижения науки и техники привели к принципиальным изменениям в объеме и структуре общественного производства. К особенно ярким приметам НТР относится появление кибернетики и электронных вычислительных машин, выход человека в Космос, овладение атомной энергией. НТР сопровождалась небывалым ростом населения Земли, получившим наименование демографического взрыва. Если за все первое тысячелетие нашей эры население Земли увеличилось лишь в два раза, то теперь нужно менее 40 лет, чтобы оно удвоилось. К началу НТР на Земле проживало менее 2,5 млрд. чел., а сейчас - уже более 6 млрд. Однако при всей внушитель-

цости этих цифр темпы роста мирового производства оказываются еще более внушительными. Современная индустрия удваивает свои мощности каждые 12-14 лет, использование минеральных ресурсов и воды ежегодно возрастает на 5%, а производство энергии — на 8%. При этом важно учитывать коренные перемены в структуре производства. Одна из характерных тенденций -- стремительный рост производства синтетических продуктов, которые вытесняют натуральные материалы во всех отраслях нашей жизни. К 1975 г. производство синтетических смол и пластмасс увеличилось по сравнению с 1950 г. в 27 раз, а по сравнению с 1913 г. — почти в 900 раз. В 1975 г. было произведено азотных удобрений в 10 раз больше, чем в 1950 г., и в 52 раза больше, чем в 1913 г. Если в производстве черных металлов наблюдается относительно скромный прирост, то в цветной металлургии - иная картина. Выплавка алюминия, например, возросла почти в 10 раз за четверть века. Еще одна важная особенность — изменение энергетического баланса. В течение всей первой половины XX в. главным энергоносителем был каменный уголь, теперь на первый план вышли нефть и газ и все более растет доля атомной энергетики, а в недалекой перспективе - овладение энергией ядерного синтеза.

Даже эти немногие примеры не могут не навести на мысль, что НТР должна была вызвать скачок или, быть может, даже революцию во взаимоотношениях человека и природы. Первый, наиболее очевидный результат - это невиданно возросший обмен веществ между человечеством и природной средой. Все необходимое для своего существования человек получает из географической оболочки. Уже в силу бурного роста населения Земли резко увеличилась потребность в прямых средствах обеспечения его биологических функций -- в кислороде, воде, пище. Но эти, несомненно, возросшие потребности не идут ни в какое сравнение с производственным обменом. На производственные нужды тратится столько атмосферного кислорода (в основном в процессе сжигания топлива), сколько хватило бы для дыхания десятков миллиардов людей. Объем потребляемой человечеством питьевой воды не составляет и тысячной доли той воды, которая отводится из рек и водоемов на нужды производства. Народное хозяйство требует все больше древесины, металлов, минеральных строительных материалов, сельскохозяйственного сырья. Источником всего этого служит все та же природная среда -- географическая оболочка.

Уже сам факт извлечения во все возрастающих количествах различных природных материалов имеет своим неизбежным следствием изменение природной среды - разрастание площадей, нарушенных горными разработками, вырубкой лесов и т. д. Но наиболее серьезные нарушения природных комплексов связаны не с этим. Обмен веществ и энергии имеет, как известно, две стороны. До сих пор мы говорили об извлечении природных материалов. Но производство, как и жизнедеятельность людей, сопровождается выбросом в окружающую среду разного рода отходов, в том числе токсичных для Человека и других организмов. Этот процесс, известный как загрязнение окружающей среды, приобрел в эпоху НТР угрожающие масштабы. Итак, главный вывод, который мы имеем основание сделать, - это небывало возросшие размеры воздействия общества на природную среду.

На первый взгляд может показаться, что рост научно-технической мощи человека при всех издержках, связанных с усиливающимся «давлением» на природу, ведет к его освобождению от власти последней, делает его все более независимым от природной среды. В действительности же этого никогда не может произойти. Связи человека с природой становятся все более сложными и диалектически противоречивыми. Можно сказать, что в современную эпоху растет взаимная зависимость между ними и в определенных отношениях зависимость общества от природной среды усилилась. Современное производство отличается высокой энерго- и водоемкостью и требует таких сырьевых ресурсов, о которых люди в прошлом не имели понятия. Достаточно представить себе возможные последствия внезапного исчезновения источников нефти, урана или легких металлов.

Современная технология значительно резче реагирует на малейшие изменения природной среды, чем примитивная технология отдаленного прошлого. На функционирование, например, современного транспорта влияет во много раз больше природных факторов, чем на всадника или пешехода. И мы вынуждены учитывать все более тонкие особенности природной среды. Хотя это кажется парадоксальным, но чем совершеннее техника, тем сильнее ее применение зависит от разных природных «тонкостей». Например, еще полвека назад для обеспечения полетов самолетов требовались относительно простые данные о состоянии атмосферы до высоты 300-500 м. Современные самолеты несравненно совершеннее, но для их обслуживания необходимы гораздо более подробные сведения об атмосферных процессах, притом для высоких слоев атмосферы и для обширных пространств.

Выше речь шла о зависимости современной техники и производства от природной среды. Но сказанное распространяется и на самого человека как живое существо. Полностью «эмансипироваться» от влияния природной среды он не в состоянии. Можно говорить об изменении характера этого влияния, но не его степени. Здесь следует отметить две особенности.

Современный человек стал менее зависимым от *прямого* влияния природной среды, он защищает себя от ее стихийного воздействия, создавая искусственную среду жилища, одежду, отопление, кондиционеры и т. д. Но нельзя забывать, что вся искусственная среда, в которой человек проводит значительную часть своей жизни, построена из природных материалов, точно так же, как все окружающие его бытовые предметы - - холодильники, телевизоры, книги и все прочее, - - не говоря уже о продуктах питания. И чем больше растут требования к комфорту, тем выше потребность в соответствующих природных ресурсах, а следовательно, косвенным образом, и зависимость от природы.

Вторая особенность заключается в том, что человек научился сводить к минимуму свою зависимость от *непосредственного природного окружения*, т. е. от местных (локальных) природных условий. Благодаря существованию мировых хозяйственных и культурных связей люди могут удовлетворять свои разнообразные потребности за счет «сред», удаленных на тысячи километров от места проживания. Но диалектика взаимоотношений человека и природы такова, что именно это обстоятельство делает каждого человека зависимым от

состояния и «благополучия» глобальной природной среды, т. е. всей географической оболочки. Отсюда понятна заинтересованность всей мировой общественности в сохранении и обогащении общей среды обитания человечества.

В негативных последствиях НТР различаются два взаимосвязанных аспекта — производственно-ресурсный и экологический. Первый выражается в истощении природно-ресурсной базы общественного производства, что дало основание говорить об энергетическом, сырьевом и т. п. кризисах. Экологические последствия НТР сводятся к ухудшению среды обитания людей, что явилось побочным результатом развития производства. Функционирование современных промышленных и сельскохозяйственных предприятий, транспортных средств сопровождается выбросом огромного количества отходов, содержащих токсичные для человеческого организма вещества. Казалось бы, сбываются мрачные пророчества Ж. Ламарка о том, что человек стремится уничтожить свой род, предварительно сделав Землю непригодной для обитания. Загрязнение воздуха, воды, пищевых продуктов вредными техногенными веществами привело к распространению «экологических» болезней, многие из которых явились новыми для человека. Свообразными экологическими аномалиями стали большие города.

Урбанизация — неперенный спутник научно-технического прогресса. Все население концентрируется в городских агломерациях и мегаполисах, в некоторых из них сосредоточены десятки миллионов людей. При всех преимуществах жизни в крупном городе его население чаще подвергается нервно-психическим стрессам, эпидемическим заболеваниям, воздействию токсических загрязнений, шума, электромагнитных полей, вибрации. В частности одной из главных причин острых и хронических заболеваний различных внутренних органов служат техногенные атмосферные примеси. Например диоксид серы поражает бронхи, приводит к серьезным респираторным заболеваниям; реагируя с другими атмосферными примесями, он образует ядовитый туман — знаменитый лондонский смог, от которого в 1952 г. в течение 5 суток погибло 4000 чел. Оксиды азота разрушают легкие, под воздействием солнечного света они образуют, взаимодействуя с углеводородами, еще более опасные вещества, которые составляют основу смога в Лос-Анджелесе, Ташкенте. Выхлопные газы автомобилей могут вызвать тяжелые отравления, нервные, онкологические заболевания. В промышленных и коммунально-бытовых стоках содержатся фенолы, нитраты, ртуть, свинец, фтор, кадмий и другие вещества, вызывающие при попадании в организм человека тяжелые отравления. Опасные заболевания связаны с употреблением пищевых продуктов, загрязненных нитратами, источником которых служат химические удобрения.

Особо опасным экологическим фактором стало радиационное загрязнение природной среды как вследствие испытаний ядерного оружия, так и развития атомной энергетики (достаточно вспомнить о последствиях аварии на Чернобыльской АЭС), а также расширяющегося использования радиоактивных элементов в иных практических и научно-исследовательских целях.

К концу 60-х годов всеобщее беспокойство о судьбах среды обитания самого человечества охватило ученых, а от них перешло к широкой общественности. На книжный рынок хлынул поток научных, псевдонаучных и

популярных публикаций об экологическом кризисе, нередко с апокалипсическими прогнозами на самое ближайшее будущее. Согласно некоторым расчетам конца 60-х — начала 70-х годов, уже к 2000 г. возобновимые ресурсы чистой воды (т.е. весь объем мирового речного стока) будут исчерпаны; вследствие парникового эффекта, вызываемого растущим накоплением диоксида углерода в атмосфере, средняя температура воздуха повысится на 2°C, а в течение XXI столетия дальнейший перегрев атмосферы приведет к таянию полярных льдов, повышению уровня Мирового океана и затоплению густонаселенных прибрежных низменностей. Некоторые специалисты «обещали» в течение ближайших 200 или даже 100 лет сокращение концентрации кислорода в атмосфере (главным образом из-за его расходования при сжигании топлива) до величины, критической для человеческого организма. К началу третьего тысячелетия прогнозировалось почти полное исчерпание площади свободных земель, пригодных для сельскохозяйственного освоения, к тому же сроку предполагалось исчерпание разведанных месторождений нефти (заметим, что по современным оценкам выявленных мировых ресурсов нефти хватит еще лет на 70) и возникновение дефицита ряда других минеральных ресурсов, в том числе урана, золота, цинка, вольфрама и т. д. Самые пессимистические пророки предрекали глобальную экологическую катастрофу уже к 1971 или 1975 г., более осторожные называли 2020-2030 гг.

Как мы видим, время показало необоснованность и преувеличенность оценок тридцатилетней давности. Однако это не дает оснований для благодушия. Последние три десятилетия характеризуются развитием массового экологического движения, которое приобрело самые разнообразные формы. К нему относятся, например, стихийные выступления против строительства атомных электростанций в разных странах или против создания защитных сооружений от наводнений в С.-Петербурге, организация общенационального субботника по уборке мусора в США в апреле 1971 г., создание общественных и политических организаций в защиту окружающей среды (партии «зеленых»); в некоторых странах появились соответствующие государственные органы, усилилась законодательная деятельность в сфере охраны природы, стали развиваться межгосударственные связи; еще в 1972 г. ООН посвятила этим проблемам специальную сессию в Стокгольме.

Становится, однако, все более ясным, что никакие стихийные и даже организованные общественные движения, никакие административные и политические акции не способны предотвратить экологический кризис, если они не будут опираться на научно обоснованную концепцию оптимизации взаимоотношений между человеком и глобальной средой его обитания. Поиск путей в этом направлении захватил самые разные отрасли знания, в том числе и географию. Общей тенденцией развития науки в последней трети XX в. стала экологизация, между разными отраслями науки возникла своего рода конкурентная борьба за лидерство в создании научного фундамента для решения экологических проблем человечества. В общественном сознании такую науку принято именовать экологией, хотя объяснить, в чем сущность этой науки, затруднился бы не только «человек с улицы», но даже специалист, называющий себя экологом.

2. КОНЦЕПЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ

2.1. Современная экология как сфера междисциплинарных научных исследований

Слово «экология» прочно вошло в лексикон современного человека, однако мало кто задумывался над его истинным смыслом. Термин «экология» не имеет строгого и однозначного научного определения. Как известно, он был введен в науку в 1866 г. немецким зоологом Э. Геккелем (1834-1919), который определил экологию как биологическую науку, изучающую влияние среды на живые организмы. В классической экологии выделились два основных направления - экология растений и экология животных, а впоследствии и экология микроорганизмов. Но человек также живое существо и не в меньшей, а даже в большей степени, чем растения и животные, должен подлежать экологическому изучению. Реальная или мнимая угроза экологического кризиса, возникшая во второй половине XX в., привела к всеобщему осознанию этого обстоятельства, а вместе с тем --к экологическому буму. Одним из его внешних проявлений служит бурное экологическое словотворчество, явно опережающее научное осмысление возникающих терминов, производных от слова «экология». Говорят и пишут об экологической парадигме, экологическом императиве, экологическом мышлении, экологическом риске, экологических ситуациях (с подразделением по степени опасности), экологических нормативах и т. д.

В существующей путанице экологических представлений необходимо отделить массовое, непрофессиональное и попросту обывательское восприятие экологии от научных взглядов на предмет. В массовом сознании слово «экология» ассоциируется со всем тем, что связано с ухудшением условий жизни людей. Журналисты и публицисты по уровню своего экологического мышления не слишком высоко поднимаются над обывателем, когда пишут о «плохой экологии» и даже о «средствах на борьбу с экологией». Если верить нашим средствам массовой информации, эколог — это человек, собирающий у станции метро подписи против строительства «Ленинградской дамбы», организующий Уборку дворового мусора или добивающийся запрета на вырубку каждой березы. В результате у нас появилось очень много «экологов». Некоторые из них прибавляют это звание к своей подписи под газетной заметкой, не смущаясь отсутствием какого-либо диплома, удостоверяющего право на него, сущности, большинство людей, считающих себя экологами, - - либо самозванцы, либо лица, получившие свой «диплом» от СМИ.

Разумеется, массовое экологическое движение нельзя огульно оценивать негативно. Оно способно содействовать выработке более ответственного отношения к природной среде, но при условии, что опирается не на эмоции или ^{Ha} узкогрупповые интересы, а на науку. К сожалению, мы нередко сталкиваемся с «экологическими» выступлениями, продиктованными эгоистическими, Популистскими, политическими целями; иной раз они приобретают луддитский

характер и, по существу, направлены против технического прогресса. Подобные «экологии» не собираются отказываться от благ цивилизации, но придерживаются принципа: пусть вредное производство или свалку размещают не у моего дома, а у дома соседа. Ученый не имеет права поддаваться эмоциям или давлению тех или иных общественных групп, будь они хоть трижды «зелеными» (заметим, что «зеленый» можно трактовать и как «незрелый»).

Итак, экологию как общественное движение не надо смешивать с экологией как сферой научных исследований. Между тем сфера эта становится все более необозримой и расплывчатой. Мы являемся свидетелями «расползания» в экологии, подобного тому, какое В. В. Докучаев отмечал сто лет тому назад в географии. По существу, единая экология исчезла и вместо нее возникли многочисленные и разные «экологии»: геоэкология, экология человека, социальная экология, социально-экономическая экология, демоэкология, этноэко-логия, урбоэкология, агроэкология, «экологии» промышленная, инженерная, градостроительная, медицинская, космическая, химическая и даже «экологии» культуры, духа и футбола.

В этом далеко не полном перечне есть бесспорно нужные научные дисциплины, которые не противоречат классической экологии и являются ее естественным продолжением и развитием в современную эпоху. К ним следует отнести экологию человека и социальную экологию. Обе дисциплины находятся в стадии становления, специалисты по-разному определяют их предмет, задачи и взаимные отношения. Одни считают экологию человека (антропоэкологию) лишь частью социальной экологии, другие придерживаются противоположного представления. Перекрытия между обеими дисциплинами неизбежны, и граница между ними в любом случае останется условной. Но все же в экологии человека акцент делается на человека как на биологическое существо, в частности изучаются его адаптации к влиянию естественной и антропогенези-рованной природной среды; основой при этом служит знание медико-биологических закономерностей вида *Homo sapiens*. Объектом социальной экологии являются различные социальные сообщества, в поле зрения этой дисциплины • - главным образом влияние социальной среды на жизнь и поведение людей, а методологической основой служат закономерности, изучаемые демографией, социологией и другими общественными науками. Учитывая тесное переплетение антропоэкологии и социальной экологии, было бы целесообразно рассматривать их как составные части *гуманитарной экологии* — единой науки, пока еще не существующей, но вполне реальной в перспективе.

Что касается разных прочих «экологии», то если не принимать всерьез примеры определенного злоупотребления модной экологической терминологией (вроде «экологии футбола»), они являются вполне закономерным результатом экологизации науки, техники и производства. Нет таких форм и направлений человеческой деятельности, будь то добыча нефти или газа, рекреация, коммунальное хозяйство, локальные войны или освоение Космоса, в которых не было бы своих экологических аспектов, не возникали бы свои экологические проблемы. Это дает основание для формирования своего рода ведомственных экологических направлений в различных отраслях науки, техники, народного хозяйства. Однако было бы преждевременно каждое из них возводить в ранг

новой научной дисциплины и тем более причислять к экологической науке. Экология выступает в этих случаях как целевая установка, как *подход* или принцип, суть которого состоит в том, чтобы при нашей хозяйственной и всякой другой деятельности исключалось негативное воздействие на природную среду и на здоровье и благополучие человека. Но как добиться этого в каждом конкретном случае, решают не экологи, а специалисты-профессионалы, компетентные, например, в строительстве очистных сооружений, планировке городов, промышленной технологии, садово-парковом искусстве и многом другом. Можно сказать, что эколог ставит задачу перед другими специалистами, которые ее решают. Но называть последних экологами было бы некорректно (примерно с таким же основанием торговца овощами можно назвать математиком на том основании, что ему приходится постоянно проделывать определенные математические операции при продаже своего товара).

Таким образом, современную экологию в самом широком смысле можно рассматривать как обширное поле междисциплинарных научных исследований с весьма размытыми границами. Ядро этого поля, или собственно экология, -биологическая или, точнее, биосоциальная (имея в виду гуманитарную экологию) наука, изучающая роль среды в жизни организмов, включая человека вырабатывающая экологический подход к изучению этой среды и экологические требования к ее использованию. В междисциплинарных контактах экологии первостепенное значение имеют ее связи с географической наукой, и данная тема требует особого освещения.

2.2. География и экология

Между географией и экологией несомненно имеются многочисленные точки соприкосновения. По существу, перед обеими науками стоят близкие цели и задачи. Известный немецкий географ Карл Troll писал в 1970 г., что география и экология в конце концов сольются в единую науку «*ecoscience*» Не будем предугадывать дальнейшего хода развития этих наук, но если обратиться к прошлому, то придется признать за географией приоритет : постановке тех проблем, которые ныне называются экологическими, как : традиционном, так и в современном понимании. А. Гумбольдт, призывавший географов изучать взаимосвязи между живой и неживой природой, еще начале XIX в. заложил основы экологии растений. Что же касается взаимосвязей между человеком и природной средой, то этот вопрос интересовал географов глубокой древности, начиная, по крайней мере, с Геродота (V в. до н. э.). Заметим, что античные географы считали предметом своего изучения обитаемую сушу — *ойкумену*. Это слово, означающее «дом или жилище человека», имеет тот же корень, что и слово «экология» (правильнее «ойкс логия», переводимое как наука о жилище). Уже в новейшее время многие географы считали предметом своего исследования Землю как жилище человека или взаимосвязи между человеком и географической средой. В 1920 г. американский географ Ч. Драйер предложил рассматривать географию как экологию человека и призывал географов заимствовать методы и язык экологи

растений и животных. Эту идею поддержал и пропагандировал Х. Берроуз, однако она не получила широкой поддержки, хотя и оставила определенный след в американской географии, которая приобрела одностороннее социально-культурное направление и из нее постепенно выпали все естественные дисциплины. Этим объясняется неподготовленность американских географов второй половины XX столетия к решению современных экологических проблем, в чем они уступили инициативу представителям традиционной биоцентричной экологии. Но так или иначе приоритет введения в науку понятия «экология человека» принадлежит географам.

Напомним, что географы первыми обратили внимание на негативные последствия вмешательства человека в природные процессы. Им же принадлежат первые попытки создать научные основы конструктивного решения проблем, которые мы теперь называем экологическими. Таким образом, экологический подход имманентно присущ географии, и когда в 70-е годы XX в. в советской географии стали раздаваться призывы экологизировать географию, они, в сущности, не должны были явиться чем-то новым для этой науки: география уже изначально была экологизирована. И все же призывы к экологизации оказались вполне своевременными. Дело в том, что в предшествующие десятилетия, как мы уже ранее отметили, внимание советских географов к экологическим проблемам ослабло, а между тем их актуальность резко возросла. В 1970 г. на V съезде Географического общества СССР академик В. Б. Сочава выступил с докладом «География и экология», в котором обратил внимание географов на связь географии с экологией человека и подчеркивал роль учения о геосистемах в разработке научных основ оптимизации природной среды. В последующие годы широко обсуждались вопросы взаимоотношения географии с экологией человека и социальной экологией и вытекающей отсюда задачей географов, развернулись региональные исследования в разных направлениях, рассматриваемые как геоэкологические или эколого-географические. Однако полного единства взглядов относительно роли и задач географов в решении экологических проблем пока еще не существует.

Когда В. В. Докучаев поставил перед наукой задачу изучения взаимных связей между живой и мертвой природой, а также природой в целом и человеком, то географы, как мы видели, приняли эту задачу на свой счет. Однако в последние десятилетия высказывались мысли о необходимости особой науки для изучения взаимодействия природы и общества. Придумывались даже различные названия для такой науки: натурсоциология, геодемология, ноология, - - но тем дело и кончилось. Экологи пытались, впрочем довольно осторожно, сделать свою заявку на всеобъемлющий охват системы «человек-природа». Так, известный американский эколог Ю. Одум, признавая, что «обычно экологию определяют как науку об отношениях организмов или групп организмов к окружающей их среде, или как науку о взаимоотношениях между живыми организмами и средой их обитания», добавляет, что определение экологии «как науки о структуре и функционировании природы будет более соответствовать ее современному направлению»¹. Ю. Одум как бы задним

¹ Одум Ю. Основы экологии. М., 1975. С. 9, 10.

лом присоединяет к своей точке зрения В. В. Докучаева, он называет этого своего одним из первых русских экологов, а Г. Ф. Морозова - - его виднейшим учеником, специализировавшимся в области лесной экологии. Неизвестно, как восприняли бы такую оценку оба великих ученых, во всяком случае, они не относили свои идеи к области экологии, хотя в то время эта наука уже существовала. Но достоверно известно, что Г. Ф. Морозов определенно характеризовал идеи своего учителя как географические, лес он называл явлением географическим, лесоводство относил к сфере прикладной географии, а лесоводов считал необходимым готовить на географических факультетах университетов.

Рассуждения о единой науке, охватывающей суперсистему «человек—природа», не представляются плодотворными. Охватить эту систему во всех отношениях может лишь наука в целом, с ее естественными и общественными отраслями. Как известно, мировая наука едина, но в ней нельзя обойтись без разделения труда. Исторически сложилось так, что первоначально именно география как нерасчлененная наука о Земле наиболее полно охватывала все аспекты взаимоотношений человека и природы. Но по мере развития науки из географии вычленились различные естественные и общественные дисциплины, в том числе антропология, этнография и др., в ведение которых стали переходить те или иные аспекты рассматриваемой проблемы. Тем не менее роль географии в решении современных гуманитарно-экологических проблем исключительно велика. Дело здесь не только и не столько в традициях, приоритетах и историческом опыте, сколько в теоретическом потенциале географической науки, ее концептуальных основах.

Географический взгляд на природу (и на среду обитания живых организмов) более широкий, чем экологический. Традиционная, или классическая, экология биоцентрична. В системе «жизнь-среда» эколога практически интересует только одна сторона взаимодействия двух подсистем, т.е. те связи, которые направлены на живое. Взаимосвязи в абиотической части системы, по существу, остаются вне внимания, как и обратные связи, направленные от живого к неживому. Если такой подход в какой-то мере применим к изучению экологии растений и животных, то он неприемлем в гуманитарной экологии, ибо человек в процессе взаимодействия с природной средой вносит в нее настолько существенные изменения, что на передний план выдвигаются проблемы его адаптации уже к этой, им же непрерывно изменяемой среде.

География, в отличие от экологии, всегда обращала внимание на *взаимодействие*, и это дает ей существенное преимущество при анализе экологических проблем человечества. Указанное принципиальное различие подходов наиболее четко фиксируется в двух фундаментальных понятиях экологии и географии - экосистеме и геосистеме соответственно. В географической литературе параллели между этими понятиями проводились неоднократно: при одном и том же Компонентном составе (атмосфера, вода, горная порода, почва, биота) модель «эcosystemы» имеет моноцентрический характер (в центре - «хозяин», т. е. Биота, на которую направлены связи от остальных компонентов, образующих

СР⁶ДУ), тогда как модель геосистемы полицентрична (все компоненты «равноправны», и каждый из них соединен с остальными прямыми и обрат-

ными связями). Таким образом, модель геосистемы охватывает больше связей, чем модель экосистемы. Для географа все взаимосвязи в природной системе важны и необходимы, деление на «хозяина» и «среду» теряет смысл. Отсюда следует вывод, что экосистему нужно рассматривать как систему частную, или парциальную, по отношению к геосистеме.

Исторически сложилось так, что именно география занималась изучением среды обитания людей, т. е. географической среды (это почти забытое понятие заслуживает того, чтобы вновь войти в научный обиход). Экология не смогла выработать всестороннего учения о среде жизни, ее строении, развитии, дифференциации, да это и не входило в ее задачи. Несомненный приоритет и в определенном смысле монополия здесь принадлежат географии.

Слабость экологии состоит, в частности, в «безразмерности» ее основных категорий, т. е. в неопределенности их пространственных границ и территориальных «привязок». В отличие от географов, экологи не уделяли большого внимания пространственным связям и закономерностям, у них нет системы территориальных градаций, подобной системе физико-географического районирования. Между тем без научно обоснованной территориальной упорядоченности всей информации, относящейся к гуманитарной экологии, в рамках земного пространства разговоры о решении экологических проблем превращаются в пустые фразы.

Географы давно установили, что географическая среда — это не случайный набор различных экологических факторов и условий, а сложно организованная совокупность геосистем различных уровней. И пока мы не разберемся в структуре и функционировании этих геосистем, в их иерархических соотношениях, закономерностях их дифференциации и интеграции, бесперспективно говорить о решении экологических проблем, стоящих перед человечеством. К сожалению, эта азбучная для географа истина не стала достоянием большинства так называемых экологов.

Наличие учения об объективных закономерностях территориальной дифференциации географической среды и разработанной на основе этого учения системы территориальных подразделений разного порядка дает географам право на ответственную роль в решении проблем гуманитарной экологии. Немаловажное значение имеет и методический аппарат географии, в частности универсальное применение картографического метода.

Исходя из сказанного, в дискуссии о соотношениях экологии и географии возникает, казалось бы, неожиданный ракурс: речь, в сущности, должна идти о *географизации экологии*. Практически этот процесс уже происходит и проявляется в развитии междисциплинарных эколого-географических исследований. В рамках географии формируется особое направление, обычно называемое геоэкологическим. Но развитие этого направления пока идет стихийно, без четких теоретических основ. Предмет и задачи геоэкологии определяются по-разному. Согласно В. Г. Морачевскому и К. М. Петрову, «геоэкология — наука, изучающая необратимые процессы и явления в природной среде и биосфере, возникающие в результате интенсивного антропогенного воздействия,

также близкие и отдаленные во времени последствия этих воздействий»². С возражениями против этого определения независимо друг от друга выступили Ю. Д. Дмитриевский и Ф. Н. Мильков. Они считают необоснованным противопоставление природной среды и биосферы и ограничение задач геоэкологии изучением только необратимых процессов и явлений. Ф. Н. Мильков, кроме того, считает ошибочным ограничение задач геоэкологии изучением процессов, возникающих в результате антропогенного воздействия, притом только воздействия интенсивного. Где грань между «интенсивным» и «неинтенсивным» воздействием? Ф. Н. Мильков справедливо замечает, что экологические последствия вызываются не только антропогенными, но и природными факторами. В конечном счете этот автор предлагает свое определение геоэкологии как науки о комфортности географической среды и оптимизации ландшафта.

С. Б. Лавров видит в геоэкологии лишь территориальный аспект социальной экологии и считает ее стратегической целью разработку пространственной организации окружающей среды⁴. Согласно же Ю. Д. Дмитриевскому получается, что геоэкология не только включает в себя социальную экологию, но и охватывает весь комплекс возможных антропо- и социально-экологических проблем, начиная от влияния природных, техногенных, социальных и всех других факторов окружающей среды на человеческий организм и вплоть до влияния природной и социальной среды на производство и социально-культурно-этнической среды на природу⁵.

Здесь приведены далеко не все определения геоэкологии, но думается, что они дают достаточное представление о теоретической неразберихе вокруг этого понятия. Знакомство с конкретными исследованиями, к сожалению, не вносит дополнительной ясности. Один из наиболее показательных примеров – материалы IX съезда Географического общества СССР (1990 г.), целиком посвященного проблемам геоэкологии. Большинство докладов касались традиционной для географии, преимущественно прикладной, тематики без какой-либо привязки к экологии (антропогенные воздействия на отдельные компоненты ландшафта, использование природных ресурсов, расселение, узкорегionalные вопросы природопользования и т. п.). Многие так называемые геоэкологические исследования наводят на мысль, что происходит терминологическая подмена географии геоэкологией (например, к геоэкологии относят процессы лимногенеза геологического прошлого, которые не могли иметь никакого отношения к человеку) и делается это исключительно в угоду экологической моде.

Нельзя не сказать о смысловой некорректности термина «геоэкология». Его ввел в науку более 30 лет назад К. Тролл как синоним ландшафтоведения¹⁰ в таком качестве термин не прижился, и это не случайно, ибо в ЭТОР составном слове смысловой акцент оказывается не на географии («гео» высту

² Основы геоэкологии. СПб., 1994. С. 6.

³ См.: Изв. Русск. геогр. о-ва. 1997. Т. 129. Вып. 3. С. 54-55.

⁴ См.: Изв. Русск. геогр. о-ва. 1989. Т. 121. Вып. 2. С. 122.

⁵ См.: География на пороге третьего тысячелетия. СПб., 1995. С. 75.

дает здесь как прилагательное «земная» или «географическая»), а на экологии. По той же причине его нецелесообразно применять для обозначения рассматриваемого нами современного научного направления, поскольку оно формируется в рамках географии, а не экологии. По своей сути осуществляемые ныне «геоэкологические» исследования, в том числе антропогенных воздействий на ландшафты, полностью относятся к компетенции географа. Кроме того, на термин «геоэкология» вправе претендовать все науки о Земле, в том числе геология, геофизика, геохимия. И мы уже сталкиваемся с путаницей, возникающей в результате «присвоения» этого термина географами и геологами (например, геоэкологическими называют карты как географического, так и геологического содержания).

Анализ развития и современного состояния экологического (точнее, гуманитарно-экологического) направления в географии дает основание считать, что правильнее выражает его суть словосочетание «эколого-географическое». Но главное заключается, конечно, не в термине, а в четком определении предмета, задач и теоретических основ исследований.

2.3. Предмет, задачи и теоретические основы экологической географии

Экологическую географию (сокращенно - - экогеографию) можно кратко определить как раздел географической науки, или особое исследовательское направление в ней, предметом которого является изучение географической среды с экологической (точнее — гуманитарно-экологической) точки зрения и в целях решения экологических проблем человечества. Хотя это направление возникло на стыке географии и экологии, следует подчеркнуть, что оно формируется в рамках географии. Эколого-географические исследования остаются географическими по своему существу и по предмету, являясь экологическими по конечным целям: они опираются на концептуальную основу и на методический аппарат географии, тогда как гуманитарная экология, если она претендует на роль строгой науки, должна опираться прежде всего на медико-биологический и биосоциальный фундамент.

Генеральные задачи экологической географии можно определить следующим образом. В теоретическом плане это разработка географических аспектов гуманитарной экологии и создание ее географического базиса, в прикладном — участие в решении гуманитарно-экологических проблем с помощью географических средств, т. е. на основе применения теоретических концепций и исследовательских методов географической науки. Конкретизируя эти задачи, необходимо прежде всего внести ясность в понятие об *экологических проблемах*.

Ограниченность современного экологического мышления, свойственная не только обывателю, но и многим профессионалам (в том числе географам), наиболее ярко проявляется в однобоком представлении о сущности экологических проблем. Даже в научной литературе это понятие, как правило, связывается исключительно с ухудшением среды обитания, обусловленном

человеческой деятельностью, т. е. экологическая проблема рассматривается как конфликтная ситуация, порождаемая хозяйственным воздействием на природную среду (загрязнение воды и воздуха производственными отходами, истребление лесов и т. п.)⁶. Всеобщее беспокойство, вызываемое такими явлениями, безусловно оправдано, однако нельзя забывать о том, что экологические ситуации и экологические проблемы во многих случаях создает сама природа, без какого-либо участия человека. Иначе не возникали бы трудности при освоении Крайнего Севера, пустынь или высокогорий, не существовало бы проблем адаптации переселенцев к новым природным условиям, защиты от землетрясений, наводнений, природно-очаговых инфекций и т. д. Природные экологические факторы имеют универсальный характер, они более устойчивы, чем антропогенные, и с ними бывает труднее бороться. Следует, кроме того, подчеркнуть, что от природных факторов в большой степени зависит экологический эффект антропогенных воздействий, формы, интенсивность, длительность их проявления. Иначе говоря, природная среда создает тот необходимый экологический фон, вне которого невозможно рассматривать экологический эффект антропогенных воздействий.

Таким образом, понятие «экологическая проблема» непосредственно связано с представлением об *экологических факторах*, среди которых четко различаются две категории природные и антропогенные. Комплексный географический подход к анализу экологических проблем требует учета как тех, так и других экологических факторов.

Еще один типичный недостаток в трактовке экологических проблем - смешение этих проблем с природно-ресурсными. Следует различать две главные социально-экономические функции природной среды и каждого конкретного ландшафта. Первая — экологическая, т. е. функция жизнеобеспечения людей, иначе говоря, удовлетворение потребностей человечества как части живой природы в необходимых первичных средствах существования (тепле, воздухе, воде, пище); вторая - - производственная, точнее производственно-ресурсная, которая сводится к обеспечению производства необходимыми энергетическими и сырьевыми ресурсами. При строгом понимании экологических проблем к ним надо отнести проблемы сохранения и улучшения качества жизненной среды, т. е. ее собственно экологических функций. Проблемы рационального использования естественных ресурсов производства, хотя и связаны с экологическими, имеют свою специфику и относятся к сфере природопользования.

Концептуальную основу экологической географии составляет современное ландшафтоведение как учение о геосистемах всех уровней. На теоретических принципах ландшафтоведения базируются фундаментальные понятия экологической географии, такие как среда обитания, экологический потенциал ландшафта, эколого-географическое районирование и др.

⁶ Институту географии АН СССР принадлежит такое определение: «Экологические проблемы — это проблемы окружающей среды, возникающие в результате антропогенного влияния на природу в процессе социально-экономического развития» (Изв. АН СССР. Сер. Географ. 1987. № 6. С. 61).

Исходным для эколого-географического анализа служит понятие *среды, обитания* людей. Понятие это многоплановое, заключающее в себе не менее четырех составляющих: 1) естественное природное окружение, 2) природное окружение, измененное человеческой деятельностью, 3) искусственную (инженерную) среду и 4) социальную среду. Современный человек, в особенности горожанин, значительную или даже большую часть своей жизни проводит в искусственной среде - в закрытых помещениях разного рода. Пребывание в этой среде сопряжено со своими проблемами, когда условия не отвечают стандартам температурного комфорта, концентрации вредных химических веществ в воздухе и т. п. В этих случаях «исправление» среды обычно не требует специальных научных исследований (во всяком случае, географических). Иной раз для этого достаточно отремонтировать систему отопления или вентиляции, провести демеркуризацию или просто чаще открывать форточку. Очевидно, не такие проблемы служат предметом экологических дискуссий.

Проблемы нарушения социальной среды достаточно остры и имеют свою специфику (борьба с преступностью и наркоманией, укрепление семьи, обеспечение прав человека и т. п.) и могут иметь разве что косвенное отношение как к географии, так и к экологии (впрочем, отсюда, по-видимому, должны идти корни особой, социальной, экологии).

Остается, таким образом, природное окружение - как естественное, так и измененное человеком, состояние которого, являясь предметом нашего особого беспокойства, «подведомственно» географии. Наиболее точным обозначением этого окружения мог бы быть термин «географическая среда». Лет 25-30 тому назад вокруг этого понятия географы вели ожесточенные споры, ставшие достоянием истории. Но, к сожалению, из научного обихода исчезло само понятие о географической среде.

Нет необходимости возвращаться к старой дискуссии о географической среде, подчеркнем лишь два важнейших ее качества.

Во-первых, под географической средой подразумевается природное окружение человечества со всеми изменениями, которые в него внесла человеческая деятельность (например, атмосферный воздух и водоемы со всеми техногенными примесями, растительный покров во всем многообразии его производных сообществ и т. д.). Антропогенные изменения природных компонентов географической среды не выпадают из сферы действия природных законов. По природным законам мигрируют промышленные выбросы, функционируют производные и искусственные фитоценозы, формируется климат городов, растут «антропогенные» овраги.

Во-вторых, географическая среда практически совпадает с географической оболочкой (эпигеосферой). С появлением человека географическая оболочка стала его «жилищем», его глобальной средой. Иначе можно сказать, что глобальная географическая среда - это та же географическая оболочка, но рассматриваемая (или интерпретируемая) под экологическим, а также производственно-ресурсным углом зрения. Структурные части эпигеосферы — ее зоны, ландшафты, урочища и т. д. - выступают в качестве конкретных региональных и локальных сред обитания человека. Всякое эколого-географическое исследование должно, таким образом, опираться на фундаментальные

закономерности строения, функционирования, динамики, развития геосистем их уровней. Любая гуманитарно-экологическая проблема неизбежно должна (Привязываться» к геосистемной структуре географической оболочки, если мы считываем на конструктивное решение.

Каждая геосистема обладает специфическим экологическим потенциалом, по-своему реагирует на антропогенные воздействия, отличается той или иной степенью устойчивости к ним, является целостным территориальным носителем разнообразной экологической информации и служит операционной территориальной единицей эколого-географического анализа и оценки.

Особое научное и практическое значение с эколого-географической точки зрения имеет иерархия геосистем и возможность учета их разномасштабности, т.е. разных уровней организации. Это обстоятельство позволяет установить определенную соразмерность между территориальным уровнем экологических проблем и рангом геосистем как объектов исследования. Здесь прослеживаются очень четкие параллели: глобальным экологическим проблемам отвечает предельный (наивысший) уровень организации геосистем, представленный эпигеосферой; «носителями» региональных экологических проблем (в свою очередь, разноуровневных по масштабу и территориальному охвату) служат геосистемы региональной же размерности (от широтных зон и долготных секторов до конкретных ландшафтов); наконец, оптимальные территориальные ячейки для анализа экологических проблем локального масштаба - геосистемы соответствующего уровня, т. е. урочища и другие морфологические подразделения ландшафта.

Привлекая внимание к пространственным уровням геосистем, в эколого-географическом исследовании нельзя упускать из виду их временную организацию и временные уровни исследования. Современное состояние геосистем преходяще, в каждом конкретном случае оно представляет ту или иную стадию в ряду кратко- и длительновременных смен, обусловленных как природными, так и антропогенными факторами. Последние, как известно, вызывают наиболее резкие и нежелательные нарушения природного равновесия и частые смены производных модификаций первичных геосистем, которые накладываются на тренды и колебания, обусловленные природными причинами. Изучение закономерностей смены модификаций (их траекторий) в динамических рядах антропогенизации и ренатурализации (восстановления) служит основой построения сценариев дальнейшего изменения состояния и экологического потенциала геосистем на заданный срок и под воздействием заданных факторов.

Выше, при изложении концептуальных основ экогеографии, не раз упоминалось об *экологическом потенциале ландшафта*. Под экологическим потенциалом ландшафта (и геосистемы вообще) подразумевается его (ее) способ-есть удовлетворять потребности человека во всех необходимых первичных *••^е- не связанных с производством) средствах существования - - воздухе, зете, тепле, питьевой воде, источниках пищевых продуктов, а также в риродных условиях трудовой деятельности, отдыха, духовного развития.

Природный экологический потенциал современных ландшафтов в большей ^ии Меньшей мере подвергается антропогенному воздействию, в результате ^{1го} создаются антропогенные экологические аномалии, как правило, ухуд-

шающие качество среды обитания. Отсюда первой задачей эколого-географического исследования надо считать изучение современного экологического состояния ландшафтов как результата исторически сложившихся антропогенных «наслоений» на природный экологический фон.

Содержание экологической географии можно с некоторой условностью разделить на три структурных блока: 1) общая, или теоретическая, часть, в которой рассматриваются основные эколого-географические закономерности, связанные с экологическим потенциалом ландшафта и его антропогенными трансформациями; 2) региональная часть, или региональный эколого-географический анализ современного экологического состояния геосистем конкретных территорий; 3) прикладная, или конструктивная, часть - разработка географических основ экологической оптимизации природной среды.

Для решения своих научных задач экологическая география использует весь арсенал методов современного ландшафтоведения — полевых и камеральных, традиционных и новейших, общенаучных и специфических. Особо следует выделить картографический метод, имеющий универсальное значение как способ упорядочения, анализа и обобщения разнообразной эколого-географической информации, дающий в то же время наилучшие возможности для изложения полученных научных результатов и практических рекомендаций.

3. РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

3.1. Задачи и содержание региональных эколого-географических исследований

Региональные эколого-географические исследования имеют своей целью выявление географических закономерностей в территориальной дифференциации географической среды и комплексную оценку ее экологического состояния в различных регионах. Это предполагает в первую очередь оценку естественного экологического потенциала геосистем, а затем - анализ антропогенных воздействий и их экологических последствий. Далее необходимо выяснить устойчивость геосистем к антропогенным воздействиям, траектории их «поведения» и изменения экологического потенциала, определить критические антропогенные нагрузки, а затем, опираясь на полученные результаты, перейти к научному обоснованию экологических нормативов, т. е. предельно допустимых антропогенных нагрузок. В задачи заключительного этапа исследований входит также прогноз возможной дальнейшей трансформации геосистем и изменения их экологического потенциала с заданной заблаговременностью. Итоги такого рода исследований могут служить серьезной научной основой для принятия решения в области экологической политики и рационального природопользования.

Эколого-географическому изучению могут подлежать любые территории независимо от их границ и размеров — государства, их административные подразделения, экономические районы, речные бассейны и т. д., - но экологический анализ должен осуществляться по естественным территориальным подразделениям, т. е. по геосистемам того или иного ранга. Нередко при изучении экологических ситуаций используются искусственные или произвольные территориальные единицы. Казалось бы, проще всего принять для этой Цели сетку политико-административного деления, благо по ней строится вся государственная статистика, в том числе по загрязнению природной среды, заболеваемости населения и т. д. Но границы субъектов Российской Федерации или административно-территориальных единиц более низкого уровня случайны по отношению к природным процессам, они не могут препятствовать распространению ни природных, ни антропогенных экологических воздействий. Кроме того, подобные территориальные объекты, как правило, внутренне разнородны ³ экологическим признакам и несопоставимы по размерам. Нельзя признать ⁴Учным и такой подход, при котором на карте очерчиваются неопределенные «ареалы экологических ситуаций», не обнаруживающие каких-либо связей с ландшафтными, административными и другими рубежами. Имеющийся опыт Дает основание считать универсальным для территориального эколого-географического анализа геосистемный, или ландшафтно-географический, подход, состоящий в опоре на ландшафтную структуру территории. Этот подход обеспечивает привязку экологических проблем к конкретным, объективно

существующим территориальным подразделениям среды обитания человечества и сопоставимости результатов проводимых исследований.

Необходимой предпосылкой экогеографического исследования должна служить схема ландшафтной структуры изучаемой территории. Под ландшафтной структурой территории имеется в виду объективное разнообразие ее геосистем, систематизированных как в региональном, так и в типологическом плане. Базовыми документами, отображающими результаты анализа ландшафтной структуры, служат схема ландшафтного (физико-географического) районирования и типологическая ландшафтная карта. Оптимальный уровень детальности устанавливается эмпирически с учетом размеров и характера заданной территории, необходимой подробности и глубины проработок экологических проблем и различных сопутствующих обстоятельств (сроки и условия проведения исследований и др.).

Можно различать четыре основных уровня региональных экогеографических исследований, каждому из которых отвечает определенная детальность опорного геосистемного каркаса:

1. Мегарегиональный уровень — переходная ступень от изучения глобальных гуманитарно-экологических проблем к собственно региональным. Операционными пространственными единицами эколого-географического анализа на этом уровне могут быть целые континенты или их физико-географические подразделения самого высокого порядка: субконтиненты или зонально-секторные регионы высокого ранга (например, Арктика, Бореальная зона Евразии, Экстрааридный Центрально-азиатский регион и т. п.).

2. Макро региональный уровень -- соответствует задачам изучения региональных экологических проблем общегосударственного масштаба для таких крупных государств, как Российская Федерация. Оптимальный порядок геосистемного деления может быть представлен серией зонально-секторных макрорегионов в рамках отдельных физико-географических стран (например, Западно-Сибирский среднетаежный регион, Восточно-Европейский сухостепной регион и т. д.).

3. Мезорегиональный уровень — оптимальный для анализа экологических проблем в границах крупных экономических районов или административно-территориальных единиц, а также больших речных бассейнов (Северо-Запад РФ, Волго-Каспийский бассейн и т. п.). На этом уровне базовыми регионами могут служить ландшафтные провинции и подпровинции.

4. Низовой (основной) региональный уровень — собственно ландшафтный, при котором операционной территориальной единицей и непосредственным объектом эколого-географического анализа служит ландшафт в таксономическом значении этого термина, т. е. как конечная ступень региональной физико-географической дифференциации. Этот уровень наиболее соответствует целям и глубине изучения и оценки географической среды большинства республик и областей РФ, а также соразмерных с ними водосборов (например, Невы или Ладожского озера).

Локальный уровень эколого-географического исследования также многоступенчат, однако из существующего опыта можно с достаточной уверенностью заключить, что основное практическое значение в качестве операционных

имеют урочища. Эколого-географический анализ по урочищам (точнее, типам) актуален при изучении территорий административных районов и малых речных бассейнов.

Переходя к вопросу изучения и оценки экологического состояния природной среды, надо заметить, что несмотря на широкое распространение этого понятия в современной географической литературе, ясного и однозначного определения оно не получило. Известны многочисленные попытки ранжировать экологические состояния (или «ситуации», «обстановки») по степени их опасности («острые», «напряженные», «конфликтные», «кризисные», «критические», «катастрофические» и т. п.), однако большей частью выделяемые градации остроты или опасности имеют субъективный характер - за ними не видно строгих объективных критериев.

Под экологическим состоянием природной среды следует понимать состояние конкретных геосистем как естественных «механизмов» жизнеобеспечения человека (точнее, населения, проживающего на территории этих геосистем). Суть задачи сводится к оценке качества среды обитания людей. Прежде всего необходимо установить четкие критерии для диагностики, сравнительной оценки, ранжирования геосистем с гуманитарно-экологической точки зрения. Сложность задачи определяется исключительным многообразием параметров, характеризующих состояние природной (географической) среды, и их разнокачественностью, что практически исключает возможность найти какой-либо интегральный количественный показатель для комплексной экологической оценки геосистем. Среди невообразимого многообразия свойств географической среды для нашей цели важно отобрать экологически значимые, не смешивая их с характеристиками ресурсного потенциала. Например, из множества климатических показателей следует учитывать лишь биоклиматические, важные с точки зрения экологии человека, но исключить агроклиматические, инженерно-климатические и др. При экологической оценке природных вод следует обращать внимание на обеспеченность населения питьевой водой (разумеется, с учетом ее качества), но не касаться водных ресурсов как одного из условий развития производства.

Исчерпывающий охват всех возможных природных экологических факторов практически не реален; важно учитывать их «вес», т. е. отличать главные, определяющие, от второстепенных, обращая особое внимание на те из них, которые имеют наибольшее индикаторное и интегративное значение. Набор критериев комплексной экологической оценки существенно зависит от уровня изучаемых геосистем. Так, для оценки на высших региональных уровнях первоочередное значение приобретают зональные биоклиматические факторы, такие как общая теплообеспеченность, комфортность климата и др., но не локальные многочисленные существенные особенности природной среды узкорегионального или локального характера, например местные биогеохимические аномалии, локальные очаги загрязнения атмосферы или подземных вод и т. п. Как Равило, число учитываемых критериев возрастает по мере перехода от высших уровней геосистемного деления к низшим.

Как известно, все экологические факторы географической среды делятся на две большие группы: природные и антропогенные. Поэтому оценка эколо-

гического состояния геосистем осуществляется в два этапа. Сначала необходимо оценить естественный экологический потенциал геосистем, учитывая устойчивые (инвариантные) природные свойства, не зависящие от человека, действующие повсеместно и имеющие универсальное значение для его жизни.

Все критерии этого рода можно объединить в несколько групп: 1) биоклиматические (в том числе общая тепло- и влагообеспеченность, условия термического комфорта и дискомфорта, ветровой режим, дожливост, сезонные и суточные колебания метеоусловий и др.), 2) биогеофизические (например, дефицит или избыток ультрафиолетовой радиации, наличие природных источников ионизирующих излучений, сейсмическая опасность и т. д.), 3) биогеохимические (избыток или недостаток в геосистеме химических элементов, существенно влияющих на жизнедеятельность и здоровье человека) и 4) собственно биотические, т. е. особенности биоты, позитивные или негативные с точки зрения их воздействия на человеческий организм (например, растительность как источник кислорода, фитонцидов, витаминов, лекарственных средств и в то же время наличие ядовитых растений и животных, кровососущих насекомых, переносчиков и резервуаров возбудителей природно-очаговых болезней).

Экологические факторы антропогенного происхождения имеют как бы вторичный характер, они «накладываются» на непрерывный природный фон, создавая своего рода антропогенные экологические аномалии с разной интенсивностью проявления. Набор параметров для оценки этих факторов также достаточно велик и многообразен. С некоторой условностью их можно разделить на фоновые, или площадные, связанные в основном с характером использования земель (истребление лесов, сельскохозяйственная обработка земель с проведением мелиорации и химизацией, выпас скота на естественных пастбищах и др.), и очаговые («точечные», «линейные»), обусловленные локальными источниками антропогенного воздействия (урбанизация, промышленное производство, животноводческие комплексы, транспортные магистрали).

В реальной действительности различные природные и антропогенные экологические факторы образуют множество самых разнообразных сочетаний. Если экологический эффект отдельных факторов еще может быть измерен и выражен в тех или иных количественных показателях, то найти интегральную меру совместного экологического эффекта всех факторов, как уже было замечено, не представляется возможным. Поэтому интегральная экологическая оценка геосистем может быть только качественной. Практически она реализуется в форме оценочной экологической классификации геосистем и эколого-географического районирования.

Экологическая группировка геосистем в типы или региональные объединения высших рангов основывается на учете, по возможности, небольшого числа критериев, относящихся к определяющим, или ведущим, показателям экологического состояния геосистем. Важны как прямые, так и косвенные критерии. К прямым относятся показатели, непосредственно характеризующие различные, как природные, так и антропогенные, экологически значимые аспекты состояния природной среды, например биоклиматические или биогеохимические. Косвенные критерии - те, которые имеют существенное инди-

онное значение, часто суммируя влияние многих прямых экологических оров. Это прежде всего различного рода биоиндикаторы. Одним из суще-ных косвенных критериев экологического потенциала геосистем может - удеить величина биологической продуктивности.

Особое место в оценке экологического потенциала и состояния геосистем нимают некоторые социально-экономические показатели — демографические, "ЯЙственные, медико-географические. С одной стороны, они могут исполь-ваться как индикаторы антропогенных нагрузок на геосистемы, а с другой -к интегральные показатели конечного экологического эффекта, т. е. результата воздействия всего природного комплекса на состояние населения, его оровье и благополучие. Экспериментально установлена достаточно надежная связь между рядом хозяйственно-демографических показателей (плотность населения, сельскохозяйственная освоенность территории) и экологическим потенциалом основных типов ландшафтов России. Однако такими индикаторами следует пользоваться с осторожностью и рассматривать их как вспомогательные, учитывая опосредованный характер связей между населением и природной средой, а также несовершенство многих видов статистической отчетности (в частности, медицинской) и ее неадекватность целям эколого-географического анализа.

Универсальный перечень критериев для экологической оценки геосистем вряд ли можно установить: набор их зависит от уровня исследования и своеобразия изучаемой территории (например, для таежных регионов одно из важных мест принадлежит оценке экологической роли леса, тогда как для пустынь или Арктики этот показатель теряет всякий смысл). Все же вопрос сравнимости качества различных «региональных сред» не может быть снят полностью. Когда речь идет об экологическом анализе отдельных территорий, важно среди множества показателей выбрать такой, который имеет универсальный характер и может объединять в себе наибольшее число ведущих экологических факторов, хотя и остается условным. Например, для сравнительной экологической оценки типов ландшафтов всей территории России наиболее удачным оказался так называемый показатель биологической эффективности климата Н. Н. Иванова, представляющий собой произведение суммы активных температур и коэффициента увлажнения.

С изучением экологического состояния геосистем непосредственно соприкасается проблема исследования антропогенных нагрузок на природную среду (т.е. на те же геосистемы). Эта проблема пока еще находится на начальной стадии разработки. Понятие «антропогенная нагрузка», как и многие другие о лого-географические понятия, не имеет общепринятого определения. Проще) свести его к мере первичного (входного) воздействия на геосистему в зрвичных же натуральных показателях (например, ежегодное валовое поступ-техногенного двуоксида серы в ландшафт, общее число отдыхающих фактор рекреационной нагрузки и т. п.). Соизмеримость однородных Рузок, на различные геосистемы повышается, если перейти к относительным чинам, т. е. отнесенным к единице площади («плотность» вредных атмо-Рерных выбросов на 1 км², аналогично - - относительное число рекреантов или количество внесенных в почву пестицидов и т. п.).

Однако подобные цифры еще мало о чем говорят. Судить о действительной антропогенной нагрузке можно лишь по конечному экологическому эффекту ее действия, т. е. по тому влиянию, которое она оказывает на экологический потенциал геосистемы и на жизнь и здоровье ее обитателей. Между начальным «входом» и конечным «выходом» лежит «черный ящик» геосистемы со множеством прямых и обратных связей между ее структурными частями • компонентами и между подчиненными геосистемами низших уровней. В силу этого результирующий экологический эффект зачастую оказывается резко несоразмерным с небольшими, казалось бы, масштабами входного воздействия. Так, техногенные выбросы тяжелых металлов в атмосферу, если их рассматривать, только исходя из интересов охраны непосредственного «реципиента» — воздушной среды, являются относительно малозначимым фактором, поскольку атмосфера - наиболее подвижный компонент ландшафта, способный к быстрому самоочищению от тяжелых примесей техногенного происхождения. Противоречивый характер этого процесса состоит, однако, в том, что чем интенсивнее очищается от подобных примесей атмосфера, тем сильнее химическая нагрузка на другие компоненты. В дальнейшей «судьбе» примесей, т. е. их миграции, накоплении в геосистеме или выносе из нее, участвуют все компоненты, так что конечный экологический эффект определяется всей структурой геосистемы. В частности, тяжелые металлы поступают в организм человека не столько из «первоисточника», т. е. из атмосферы (через дыхательные пути), сколько из вторичных источников - промежуточных звеньев миграции и компонентов-накопителей (вода, растения, животные, почвенная пыль).

Исследование процессов трансформации антропогенных нагрузок в «черном ящике» геосистемы относится к фундаментальным научным задачам ландшафт-товедения, и выяснение экологического эффекта является лишь одним из аспектов этой задачи. Экологический эффект антропогенных нагрузок зависит от множества причин • - от физической природы нагрузок (механические, собственно физические, химические, биологические), от характера их действия в пространстве и во времени (нагрузки «площадные», «точечные», «линейные», с разной степенью ослабления по мере удаления от источника, разной продолжительности действия, непрерывного или дискретного во времени и т. д.). Но помимо природы антропогенных воздействий определяющее значение для оценки их экологического эффекта имеют свойства самих геосистем. Отсюда возникает одна из узловых задач эколого-географического исследования - изучение устойчивости геосистем к антропогенным воздействиям. Проблема устойчивости геосистем также представляет общенаучный интерес. Ее особое эколого-географическое значение состоит в том, что ее решение открывает путь к научному обоснованию допустимых (предельных) антропогенных нагрузок на геосистемы, а тем самым - к экологическому нормированию.

За последние годы вопросы устойчивости геосистем и экологического нормирования стали привлекать к себе усиленное внимание географов. Им посвящено немало интересных публикаций. Но, видимо, потребуется еще много времени, чтобы добиться ощутимых успехов в решении этих вопросов. Обнадеживающим фактом надо считать то, что необходимость ландшафтно-гео-

графической основы для экологического нормирования получает широкое признание.

Путь к решению основных задач экогеографии лежит через последовательное прохождение по всем ступеням исследовательского процесса. И работа на начальных его ступенях, какой бы простой она ни казалась со стороны, не теряет своей актуальности. Анализ современного экологического состояния геосистем, оценка их экологического потенциала, исследование антропогенных нагрузок — этим закладывается фундамент для последующих конструктивных эколого-географических разработок. При этом не следует пренебрегать любыми, пусть пока еще неполными, несовершенными или косвенными показателями, дающими возможность для начала хотя бы ориентировочно сопоставлять и оценивать геосистемы в различных экологических аспектах. Например, «подбирая ключи» к нерешенной проблеме измерения и оценки антропогенных нагрузок на геосистемы на региональном уровне, полезно использовать такие заведомо приближенные и косвенные, но в значительной мере интегральные и универсальные показатели, как плотность населения (общая и отдельно городского и сельского), сельскохозяйственная освоенность, доля обрабатываемых земель в общей площади (распаханность). Для оценки итогов многолетних антропогенных воздействий, проявившихся в современной структуре ландшафтов, показательное соотношение площадей различных антропогенных модификаций урочищ в общей площади ландшафта.

3.2. Ландшафтное районирование и ландшафтная структура территории

Региональное эколого-географическое исследование предполагает наличие обоснованной системы территориальных подразделений, которые служат носителями информации и непосредственными объектами изучения. Общеизвестно, что трудности такого изучения в большой степени обусловлены несовпадением политико- и административно-территориального деления с природным. Поскольку основная хозяйственная, демографическая, медико-географическая информация «привязана» к политико-административному делению территории, многие исследователи предпочитают самый простой путь и оперируют с субъектами РФ или административными районами как с целостными эколого-географическими единицами.

Подобный путь едва ли можно признать перспективным, ибо политико-административные подразделения территории могут быть крайне разнородными и внутренне контрастными по характеру природной среды. А кроме того, в силу разнообразия по размерам занимаемой площади «одноранговые» политико-административные единицы просто несопоставимы между собой с эколого-географической точки зрения. Так, площади территории субъектов РФ, даже Учета Москвы и С.-Петербурга, лежат в диапазоне от $n \cdot 10^3$ до $n \cdot 10^6$ км², т.е. различаются на три порядка! Крупнейшие объекты РФ, такие как Красноярский край, располагаются на территории 5—6 ландшафтных зон. Даже

относительно небольшие области - Нижегородская, Омская, Новосибирская «которые другие -- относятся к четырем ландшафтным зонам. В границы и зоны полностью «укладываются» лишь 13 субъектов РФ; несколько ю половины их расположены в двух зонах, 17 - в трех.

Если же рассматривать ландшафтную структуру субъектов РФ на более ком таксономическом уровне - по ландшафтным мезорегионам (провинциям и подпровинциям), не говоря уже об уровне собственно ландшафта, - то их разнородность и несопоставимость выявятся еще резче. Так, лишь одна Калининградская — лежит полностью в границах одной ландшафтной

провинции; территории областей Центра Европейской России заходят обычно в пределы 2—4 провинций, но ландшафтная структура большинства республик, краев и областей значительно сложнее.

Очевидно, мало смысла в том, чтобы оперировать в целях научного пого-географического анализа средними показателями урбанизованности, ьскохозяйственной освоенности или техногенной загрязненности атмосферы ругими статистическими показателями по субъектам РФ. Как уже было ечено, эколого-географическое исследование должно осуществляться в соответствии с ландшафтной структурой территории, иначе говоря, по естест-ным территориальным единицам — природным территориальным комплексам, или геосистемам того или иного уровня.

Когда речь идет о территории всей России, актуальными представляются два уровня регионального эколого-географического исследования. Первичный лиз с выявлением региональных эколого-географических различий первого ядка должен опираться на систему высших ландшафтно-территориальных ниц, или ландшафтных макрорегионов, и прежде всего — широтно-зональ-с подразделений. Природная зональность определяет естественный экологи-кии потенциал территории, условия ее заселения и хозяйственного освоения, эм самым — интенсивность антропогенных нагрузок на ландшафты, степень их нарушенности и устойчивость к различным воздействиям. Предлагаемая ке система ландшафтного макрорайонирования включает 47 зонально-сек-;ных подразделений, которые можно рассматривать как базовые территори-иNbie ячейки для первичного внутригосударственного эколого-географическо-анализа и одновременно как каркас для системы мезорегионов -- объектов иее детального регионального анализа уже на уровне отдельных субъектов , а также межобластных и межреспубликанских региональных объединений, тветствующих, например, исторически сложившимся крупным экономическим районам (Северо-Запад, Урал, Западная Сибирь и т. п.).

Теоретической основой районирования послужил так называемый двухрядный принцип¹. Существо его состоит в сочетании двух независимых рядов ландшафтно-региональной дифференциации суши — зонального и азональ-х>. Учитывая специализированное назначение данного районирования, нет >бходимости автоматически переносить в него всю таксономическую систе-

¹ См.: Исаченко А. Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. 1991. С. 290-304.

му двухрядного районирования и достаточно сделать из нее определенную выборку.

В качестве «каркаса» регионального деления России на высшем уровне приняты, с одной стороны, глобальная система широтных ландшафтных зон (с подзонами), а с другой - система «азональных» секторов Евразийского континента, в которой отражена степень влияния океанов на ландшафты суши в связи с орографическим и структурно-тектоническим строением континента. Каждому сектору присущ особый вариант зонального ряда. На территории России прослеживается до 18 широтно-зональных полос -- подзон (например, северо-, средне- и южнотаежные) и «простых» зон, преимущественно переходных, не делящихся на подзоны (например, лесотундровая, подтаежная и др.). В данном случае те и другие можно рассматривать как таксономически равноценные (одноранговые) образования. На территории России представлено 7 ландшафтных (физико-географических) секторов: Восточно-Европейский, Кавказский (с Предкавказьем), Западно-Сибирский, Среднесибирский, Восточно-Сибирский, Южно-Сибирский (по существу, это северная периферия Центральноазиатского сектора) и Дальневосточный.

Сочетание обеих систем (т. е. наложение зональных полос на сетку секторов) дает 47 реализаций, а именно зонально-секторных территориальных единиц (например, Восточно-Европейская средняя тайга, Дальневосточная под-тайга, Западно-Сибирская лесостепь и т. п.), которые можно рассматривать как ландшафтно-экологические регионы первого порядка (макрорегионы).

Система макрорегионов представлена на рис. 1, а в табл. 1 содержатся данные по их площади и населению (по переписи 1989 г.).

Следует подчеркнуть, что, в отличие от многих прежних работ по физико-географическому районированию, в предлагаемой схеме широтно-зональное деление распространено не только на равнинные, но и на горные территории. Главным основанием для этого послужило то обстоятельство, что каждой ландшафтной зоне присущ свой тип (спектр) высотной поясности. Типично зональные черты природы в горных условиях можно проследить у подножий $\Gamma^o P$ или в самом нижнем поясе. По мере увеличения высот эти черты претерпевают все более существенную трансформацию, но в каждой зоне эта трансформация имеет свои особенности. Поэтому нет никакого противоречия, например, в том, что среднегорные ландшафты Алтая и Саян, где господствуют лиственные леса, отнесены к степной зоне, ибо ничего иного в данной зоне (в данном секторе) в среднегорном поясе и не могло быть.

Второй, мезорегиональный, уровень ландшафтной дифференциации представлен, как уже отмечалось, ландшафтными провинциями и подпровинциями. Двухрядной системе эти таксоны образуются в результате наложения сетки зональных ландшафтных областей на систему широтных зон и подзон. Азональные области выделяются по строению геологического фундамента, характеру орографии, гидрографической сети, чертам сходства в происхождении и ϕ расте ландшафтов; в силу специфики географического положения и рельефа, ландшафтам одной области присуща определенная общность в климатическом отношении.

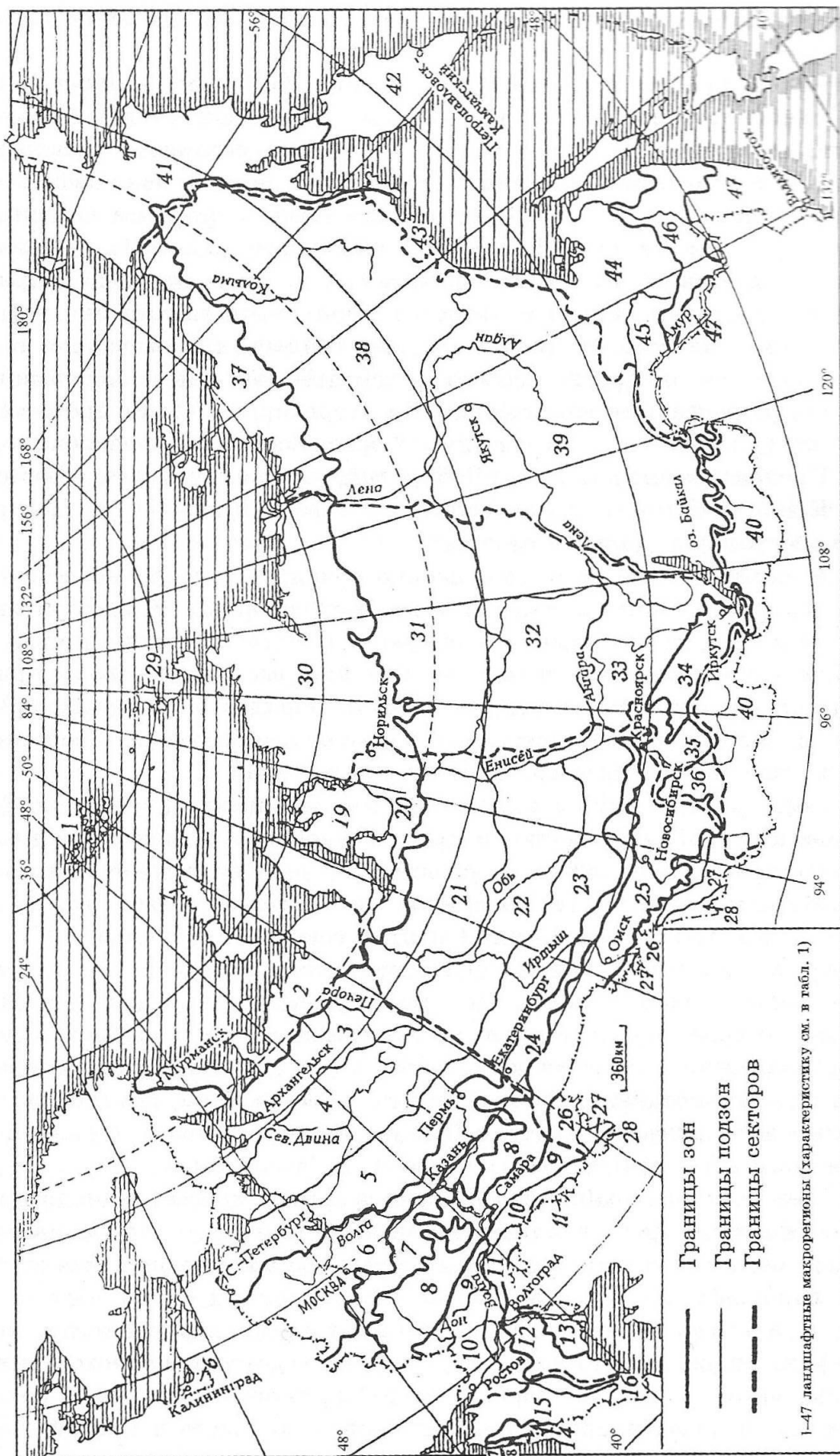


Рис. 1. Ландшафтное макрорайонирование Российской Федерации.

Таблица 1. Ландшафтно-экологические макрорегионы России

| Сектор | Зона (подзона) | Пло- щадь, тыс. км ² | Численность и плотность населения | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|------------|----------------------|-----------|----------------------|
| | | | Всего | | Городского | | Сельского | |
| | | | тыс. чел. | чел./км ² | тыс. чел. | чел./км ² | тыс. чел. | чел./км ² |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Восточно- Европейский | 1. Арктическая | 60,0 | — | — | — | — | — | — |
| | 2. Субарктическая | 310,3 | 946,1 | 3,0 | 879,5 | 2,8 | 65,0 | 0,2 |
| | 3. Северотаежная | 526,1 | 2075,6 | 3,9 | 1773 | 3,4 | 303 | 0,6 |
| | 4. Среднетаежная | 610,4 | 2637 | 4,3 | 1737 | 2,8 | 900 | 1,5 |
| | 5. Южнотаежная | 494,6 | 14100 | 28,5 | 11573 | 23,4 | 2527 | 5,1 |
| | 6. Подтаежная | 503,3 | 31800 | 63,2 | 26554 | 52,8 | 5246 | 10,4 |
| | 7. Широколиственно- лесная | 274,3 | 14138 | 51,5 | 10137 | 37,0 | 4001 | 14,6 |
| | 8. Лесостепная | 352,8 | 13643 | 38,6 | 8447 | 23,9 | 5202 | 14,7 |
| | 9. Северостепная | 165,8 | 7849 | 47,5 | 5789 | 34,9 | 2060 | 12,4 |
| | 10. Среднестепная | 140,9 | 2829 | 20,1 | 1739 | 12,4 | 1090 | 7,7 |
| | 11. Южнестепная | 114,3 | 1700 | 14,9 | 993 | 8,7 | 707 | 6,2 |
| | 12. Полупустынная | 133,8 | 1771 | 13,2 | 1211 | 9,0 | 560 | 4,2 |
| | 13. Пустынная | 64,6 | 1414 | 21,9 | 1023 | 15,8 | 391 | 6,1 |
| (с Предкавказьем) | 14. Широколиственно- лесная | 24,8 | 655 | 26,4 | 377 | 15,2 | 278 | 11,2 |
| | 15. Степная предсуб- тропическая | 115,0 | 7454 | 64,8 | 3900 | 33,9 | 3554 | 30,9 |
| | 16. Сухостепная и полупустынная | 63,6 | 3010 | 47,3 | 1448 | 22,8 | 1562 | 24,5 |
| | 17. Субсредиземно- морская | 2,4 | 370 | 154,3 | 278 | 115,8 | 92 | 38,5 |
| | 18. Лесная предсубтро- пическая | 3,7 | 449 | 121,3 | 402 | 108,6 | 46 | 12,5 |

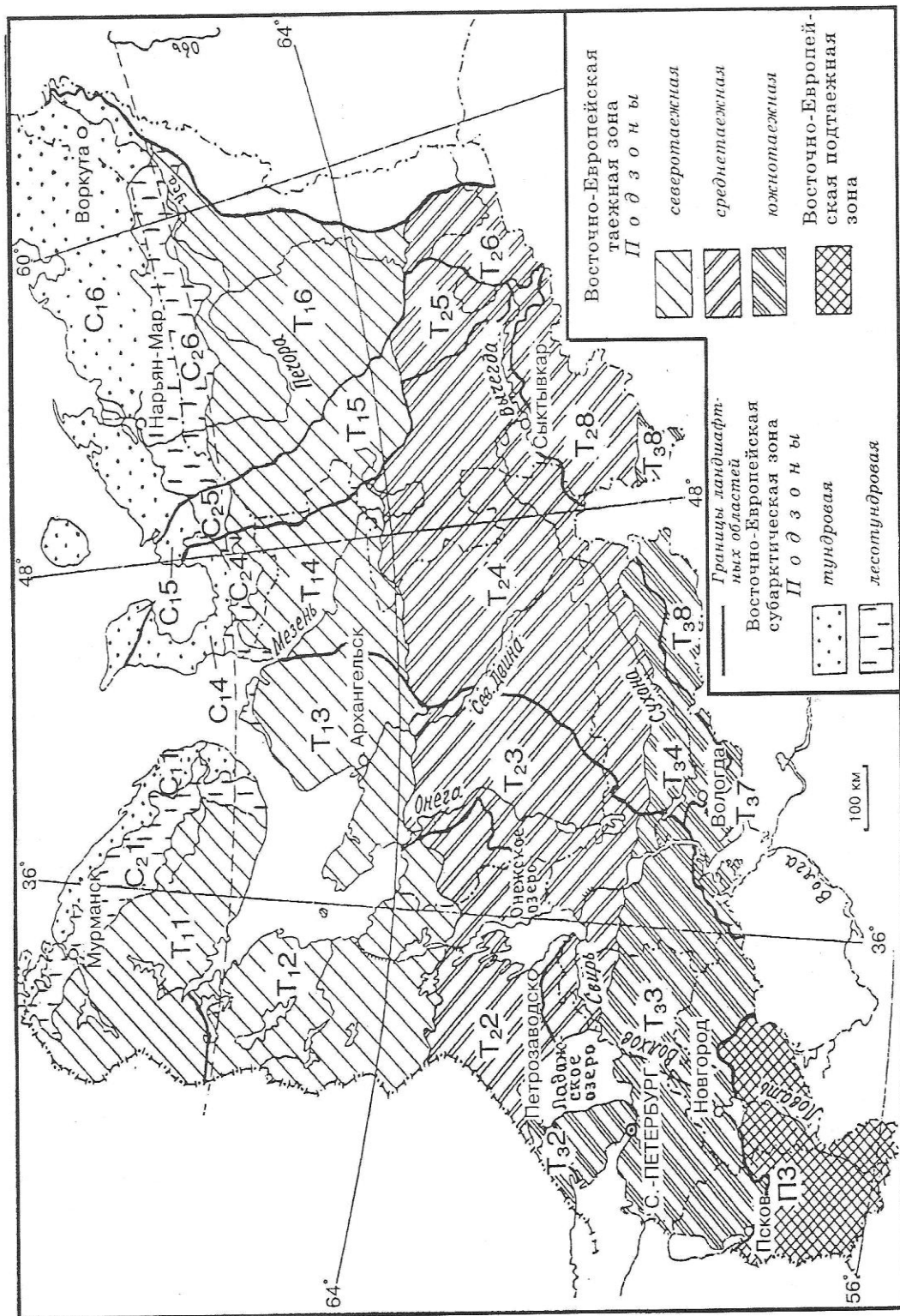
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|--------------------|----------------------------|--------|-------|------|-------|-------|------|-------|
| Западно-Сибирский | 19. Тундровая | 342,1 | 16 | 0,05 | — | — | 16 | 0,05 |
| | 20. Лесотундровая | 219,1 | 522 | 2,4 | 474 | 2,2 | 48 | 0,2 |
| | 21. Северотаежная | 596,0 | 455 | 0,76 | 368 | 0,62 | 87 | 0,14 |
| | 22. Среднетаежная | 548,5 | 370 | 2,5 | 1213 | 2,2 | 157 | 0,29 |
| | 23. Южнетаежная | 546,8 | 1370 | 2,5 | 846 | 1,5 | 524 | 0,96 |
| | 24. Подтаежная | 197,4 | 4964 | 25,2 | 3903 | 19,8 | 1061 | 5,4 |
| | 25. Лесостепная | 469,2 | 13092 | 27,9 | 10187 | 21,7 | 2905 | 6,2 |
| | 26. Северостепная | 127,2 | 2336 | 18,4 | 1489 | 11,7 | 847 | 6,7 |
| Средне-сибирский | 27. Среднестепная | 61,6 | 625 | 10,1 | 266 | 4,3 | 359 | 5,8 |
| | 28. Южнестепная | 41,2 | 775 | 18,8 | 606 | 14,7 | 169 | 4,1 |
| | 29. Арктическая | 37,6 | — | — | — | — | — | — |
| | 30. Субарктическая | 1007,3 | 20 | 0,02 | 4 | 0,004 | 16 | 0,016 |
| | 31. Северотаежная | 857,3 | 46 | 0,05 | 39 | 0,045 | 7 | 0,008 |
| | 32. Среднетаежная | 692,4 | 149 | 0,22 | 107 | 0,15 | 42 | 0,06 |
| | 33. Южнетаежная | 466,4 | 1147 | 2,46 | 802 | 1,7 | 345 | 0,73 |
| | 34. Подтаежная | 153,3 | 1815 | 11,8 | 1507 | 9,8 | 308 | 2,0 |
| Восточно-Сибирский | 35. Лесостепная | 90,4 | 614 | 6,8 | 337 | 3,7 | 277 | 3,1 |
| | 36. Степная | 50,4 | 616 | 12,2 | 426 | 8,4 | 190 | 3,8 |
| | 37. Субарктическая | 461,8 | 48 | 0,10 | 37 | 0,08 | 11 | 0,024 |
| Южно-Сибирский | 38. Северотаежная | 1509,7 | 295 | 0,20 | 200 | 0,13 | 95 | 0,063 |
| | 39. Среднетаежная | 1754,0 | 1199 | 0,68 | 764 | 0,44 | 435 | 0,24 |
| | 40. Степная | 654,6 | 2500 | 3,8 | 1504 | 2,3 | 996 | 1,5 |
| Дальневосточный | 41. Субарктическая | 761,9 | 188 | 0,25 | 130 | 0,17 | 58 | 0,08 |
| | 42. Лугово-лесная | 250,5 | 445 | 1,8 | 374 | 1,5 | 71 | 0,3 |
| | 43. Северотаежная | 50,1 | 225 | 4,5 | 205 | 4,1 | 20 | 0,4 |
| | 44. Среднетаежная | 468,3 | 453 | 0,97 | 301 | 0,64 | 152 | 0,32 |
| | 45. Южнетаежная | 109,2 | 206 | 1,9 | 140 | 1,3 | 66 | 0,6 |
| | 46. Подтаежная | 208,1 | 1931 | 9,3 | 1639 | 7,9 | 292 | 1,4 |
| | 47. Широколиственно-лесная | 219,8 | 3145 | 14,3 | 2327 | 10,6 | 818 | 3,7 |

На территории Русской равнины по совокупности азональных признаков считается около 20 ландшафтных областей. Северо-Западная область, пример, отличается от примыкающих к ней с востока Двинско-Мезенской Верхневолжской областей (рис. 2, табл. 2) свежими формами ледниково-ак-мулятивного рельефа последнего оледенения, обилием озер, густой, но слабо уработанной речной сетью, признаками морского климата, с частым прохождением циклонов, неустойчивой погодой, большим количеством осадков, а также рядом других характерных природных особенностей. Двинско-Мезенская ландшафтная область, не подвергавшаяся воздействию последнего материкового леденения, характеризуется обширными платообразными водоразделами, которые по краям часто расчленены эрозией, развиты крупные речные системы хорошо разработанными долинами, однако озер мало; в климате заметно усиливаются черты континентальности. Еще больший контраст наблюдается между Северо-Западной и Карельской ландшафтными областями. Последняя приурочена к Балтийскому кристаллическому щиту, рельеф сильно расчленен, часты скальные выходы, глубокие тектонические впадины, заполненные многочисленными озерами, которые соединяются короткими порожистыми речками -- протоками; климат отличается относительно слабой континентальностью.

Ландшафтная область, как это видно на рис. 2, может охватывать части разных зон и подзон, что дает основание выделять как бы производные зонально-азональные единицы мезорегионального уровня, а именно: отрезок зоны в пределах одной ландшафтной области рассматривается как ландшафтная провинция, а подзоны - - как подпровинция. Так, в Северо-Западной области выделяются две провинции - - Северо-Западная таежная с тремя подпровинциями (северо-, средне- и южнотаежной) и Северо-Западная подтаежная (не подразделяющаяся на подпровинции, поскольку подтаежная зона не делится на подзоны). В Двинско-Мезенской ландшафтной области различаются также две провинции — субарктическая с двумя подпровинциями и таежная с тремя подпровинциями. Что касается Карельской ландшафтной области, то она расположена полностью в таежной зоне и, следовательно, представляет случай, когда область и провинция совпадают.

Таким образом, ландшафтная провинция и подпровинция являются таксонами с двойным подчинением: они одновременно входят в состав высших Региональных единиц как зонального, так и азонального рядов. Сказанное легко можно пояснить с помощью рис. 2 и табл. 2, где ландшафтные провинции и подпровинции обозначены двойными индексами. Например, индекс Двинско-Мезенской таежной провинции Т4 обозначает ее принадлежность Восточно-Европейской таежной зоне (Т) и к Двинско-Мезенской ландшафтной области (4). Соответственно географическое название ландшафтной провинции складывается из двух элементов. Аналогичным образом строятся названия и индексы ландшафтных подпровинций. Например, индексом Т₂4 обозначена Двинско-Мезенская среднетаежная подпровинция.

В пределах территории, изображенной на рис. 2, выделено 26 ландшафтных мезорегионов, к которым мы относим ландшафтные провинции и «простые» (не подразделяемые на подпровинции) провинции. Число ландшафт-



ных мезорегионов в границах России достигает почти 200, и средняя площадь территориальной единицы этого ранга составляет около 85 тыс. км², т. е. примерно в два раза меньше средней площади субъектов РФ. Ландшафтные регионы этого уровня еще достаточно гетерогенны в физико-географическом и экологическом отношении, и при более детальном эколого-географическом анализе, например в рамках большинства республик и административных областей РФ, ландшафтная структура территории должна рассматриваться на низовом региональном уровне. Этому уровню отвечает собственно ландшафт как геосистема, однородная в зональном и азональном отношении.

Ландшафт можно рассматривать как базовый эколого-географический район, внутри которого природное экологическое разнообразие определяется лишь локальными причинами на фоне общих геолого-геоморфологических и климатических условий. Формирование локальных геосистем в границах ландшафта связано в основном с разнообразием местоположений по мезоформам и элементам рельефа, а также поверхностных отложений. Каждому ландшафту присущ характерный ряд сменяющих друг друга по профилю рельефа элементарных геосистем, связанных между собой гравитационным, гидрологическим и геохимическим сопряжением, т. е. латеральными потоками вещества и энергии.

В свою очередь, ландшафты образуют характерные сочетания внутри ландшафтных провинций, придавая им специфическую внутреннюю территориальную структуру, или своего рода пространственный «узор». Пример такого «узора» представлен на рис. 3, который отображает ландшафтную структуру Северо-Западной южнотаетской подпровинции.

Здесь уместно напомнить, что существуют два подхода к изучению ландшафтной структуры обширных территорий — региональный и типологический. При ландшафтно-экологическом исследовании для нас могут представлять интерес, с одной стороны, специфические, или индивидуальные, неповторимые природные особенности отдельных территорий, а с другой — их общие, повторяющиеся типологические признаки. Известно, что несмотря на уникальность и неповторимость каждого ландшафта, среди множества этих, по выражению Л. С. Берга, географических индивидуумов можно найти сходные по некоторым важным признакам. Это обстоятельство имеет большое практическое значение, если учесть, что число ландшафтов на территории нашей страны измеряется тысячами. Даже в одну подпровинцию, как видно на рис. 3, могут входить десятки конкретных ландшафтов. Генетическое и качественное сходство ландшафтов позволяет классифицировать их, т. е. объединять в типологические группы, несмотря на их территориальную разобщенность и взаимную неопределенность.

Рис. 2. Ландшафтное мезорайонирование Севера Европейской России. Объяснение индексов мезорегионов см. в табл. 2.

Таблица 2. Ландшафтное мезорайонирование Севера Европейской России (без Урала)

| Ландшафтная зона | Ландшафтная подзона | Ландшафтные области, соответствующие им провинции и подпровинции | | | | | | | |
|---|---------------------|--|-----------------|--------------------|----------------------|-----------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| | | 1. Кольская | 2. Карельская | 3. Северо-Западная | 4. Двинско-Мезенская | 5. Тиманская | 6. Печорская | 7. Верхневолжская | 8. Северных Увалов |
| С — Восточно-Европейская субарктическая | C1 — тундровая | C ₁₁ | — | — | C ₁₄ | C ₁₅ | C ₁₆ | — | — |
| | C2 — лесотундровая | C ₂₁ | — | — | C ₂₄ | C ₂₅ | C ₂₆ | — | — |
| Т — Восточно-Европейская таежная | T1 — северо-таежная | T ₁₁ | T ₁₂ | T ₁₃ | T ₁₄ | T ₁₅ | T ₁₆ | — | — |
| | T2 — средне-таежная | — | T ₂₂ | T ₂₃ | T ₂₄ | T ₂₅ | T ₂₆ | — | T ₂₈ |
| | T3 — южно-таежная | — | T ₃₂ | T ₃₃ | T ₃₄ | — | — | T ₃₇ | T ₃₈ |
| П — Восточно-Европейская подтаежная | — | — | — | П3 | — | — | — | — | — |

Так, на рис. 3 входящие в одну подпровинцию 45 индивидуальных ландшафтов сгруппированы в 10 видов. Виды далее можно объединить в классы и типы².

Ландшафты, относящиеся к одной классификационной группе, характеризуются сходством по экологическому потенциалу, они однотипно реагируют на антропогенные воздействия и у них возникают близкие экологические проблемы, что предопределяет необходимость разработки типовых рекомендаций для их преодоления.

Таким образом, в региональных эколого-географических исследованиях необходимо сочетать собственно региональный подход с типологическим. При разработке базовой ландшафтной структуры изучаемой территории первый подход обеспечивается районированием, т. е. переходом от ландшафтов последовательно к региональным системам высших уровней³, а второй - типологической классификацией ландшафтов. В сущности, правильнее говорить едином регионально-типологическом ландшафтном подходе, который наиболее наглядно воплощается в содержании комплексной ландшафтной карты, совмещающей отображение типологических групп ландшафтов с сеткой районирования (см. рис. 3).

3.3. Эколого-географическое картографирование

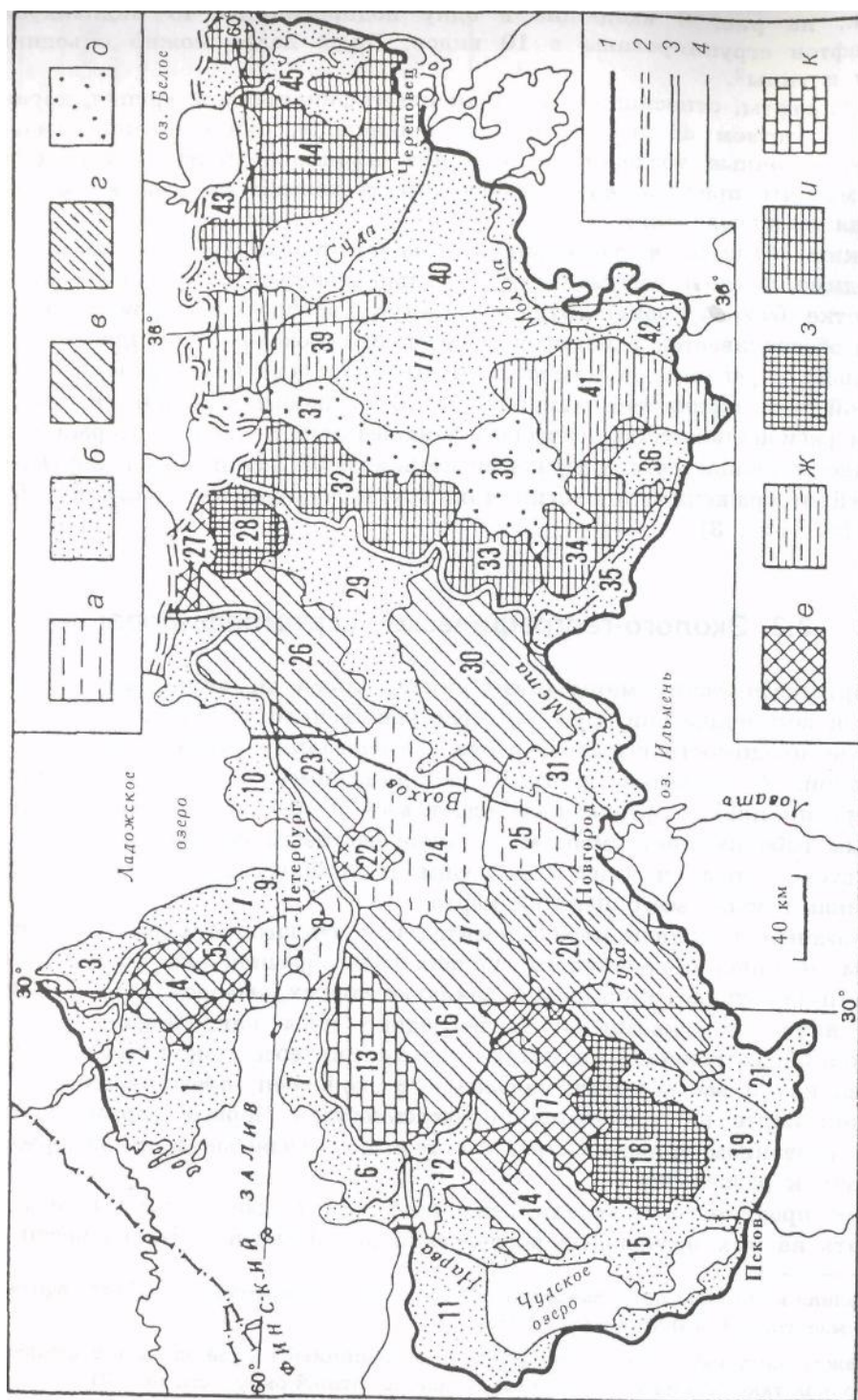
Картографический метод имеет универсальное значение для географа-эколога. Он незаменим при изучении пространственных различий и взаимосвязей и при необходимости выразить итоги исследований с точной территориальной привязкой. А поскольку географ постоянно имеет дело с территориальной дифференциацией, карта сопровождает весь процесс исследования и служит главным рабочим инструментом, а также итоговым документом. Опыт свидетельствует о том, что из всех форм географической научной отчетности практиками более всего ценится карта.

Сказанное в полной мере относится и к эколого-географическим исследованиям: начиная с первичного анализа разнообразной экологической информации и вплоть до оформления заключительных выводов картографический метод является «сквозным». В последние годы как специалисты, так широкая общественность проявляют большой интерес к экологическим картам. Однако, как и все понятия, связанные с экологией, представление об экологической карте не отличается определенностью. Первые образцы карт по таким названиям свидетельствуют о большом разнообразии в их содержании подходов к разработке.

Как правило, составители этих карт видят свою задачу в том, чтобы показать на них негативные последствия хозяйственной деятельности, в осе

² Полная классификация ландшафтов всей страны отображена на «Ландшафтной карте СССР» масштаба 1:4 000 000 (М., 1988).

³ Между ландшафтом и ландшафтной подпровинцией в ряде случаев выделяется промежуточная таксономическая единица — ландшафтный округ (см. рис. 3).



бенности разного рода загрязнения; иногда предпринимаются попытки выделить ареалы с различной степенью остроты экологических проблем, связываемых также исключительно с техногенными нарушениями. Такой подход несомненно, сужает смысл и значение экологических карт.

Многообразие взаимоотношений человека с географической средой и связанных с ними экологических проблем невозможно отобразить на какой-либо одной карте.

Эколого-географическое картографирование в полной мере раскрывает свои возможности в создании целой серии, или системы, карт, которая может быть: представлена в форме атласа. Эколого-географическую карту в строгом смысле слова часто трудно отличить от тематических карт других типов, например ландшафтных, климатических, геохимических и т. д. Различие между ними может определяться не объектом изображения, а подходом к нему. Многие тематические карты самого разного содержания приобретают экологический характер при экологическом подходе к предмету изображения. Такой подход, обычно содержит элемент оценки: например, при картографировании климата, с точки зрения оценки его влияния на здоровье человека или животное населения с позиций выяснения потенциальной опасности природно-очаговых заболеваний. Но развитие экологических исследований дало толчок к появлению карт специфической тематики, которые можно считать собственно экологическими. Таковы, например, карты источников выброса вредных веществ загрязнения снежного покрова тяжелыми металлами или прогноза состояния природной среды на заданные расчетные сроки.

Практически каждый интересующий нас показатель экологического потенциала ландшафта, антропогенного воздействия на природную среду и ее современного состояния может быть предметом отображения на отдельной карте. В процессе регионального эколого-географического исследования накапливается комплект карт аналитического характера. Некоторые из них могут иметь вспомогательное значение в качестве служебных или рабочих материалов, но другие представляют более широкий интерес как итоговые документы или источники информации. В ходе исследования осуществляется постепенный поэтапный переход от анализа к синтезу: например, от экологической оценки отдельных элементов климата к оценке климата в целом, от отдельных

Рис. 3. Ландшафтная структура Северо-Западной южнотаяжской подпровинции.

Ландшафтные округа: I - Балтийско-Ладожский; II - Лужско-Волховский; III - Тихвинско-Шекснинский. Ландшафты: 1-45. Виды ландшафтов: а - низменные озерно-ледниковые глинистые и суглинистые; б - низменные озерно-ледниковые песчаные; в - низменные моренные бескарбонатные; г - низменные моренные карбонатные; д - возвышенные задровые; е - низменно-возвышенные камово-озерно-ледниковые; ж - возвышенные моренные на известняковом основании; з - возвышенные холмисто-моренные; и - то же, на известняковом цоколе; к - возвышенные платообразные карстовые. Границы: 1 - провинций; 2 - подпровинций; 3 - округов, 4 - ландшафтов

компонентов ландшафта к экологическому потенциалу ландшафта как целого и вплоть до комплексной оценочной экологической классификации ландшафтов по их состоянию с учетом антропогенных воздействий. В этом процессе важным инструментом служат карты, и в их законченном системном наборе различаются три группы: аналитические, карты частичного, или промежуточного, синтеза и собственно синтетические (карты «полного» синтеза, т. е. его завершающего этапа). Как и другие тематические карты, экологические классифицируются по масштабам и по назначению (научно-справочные, прикладные, учебные, научно-популярные и др.).

Набор карт эколого-географической серии не должен быть строго единообразным и зависит от ее назначения, размеров и экологического состояния изучаемой территории, масштаба исследования. Экологическое состояние приходится отображать с помощью многих карт. Например, только для характеристики атмосферного компонента нужно показать на карте источники техногенного загрязнения, количество и структуру вредных выбросов, ареалы их распространения, концентрацию в воздухе на различном удалении от источника, а также взаимодействие, рассеивание и миграцию поллютантов, возможности самоочищения воздушной среды и т. д. Таким образом, только этой теме можно было бы посвятить целый атлас.

Отсюда первая задача, которая возникает при создании серии эколого-гео-графических карт, сводится к минимизации их набора при сохранении строгой целенаправленности их содержания и его возможной стандартизации. Как правило, по мере сужения территориальных рамок картографирования и увеличения масштаба число карт должно уменьшаться. Это связано с тем, что в границах обширных территорий, например всей России, разнообразие эко-логических факторов и обусловленных ими состояний природной среды значительно больше, чем в пределах отдельных регионов и тем более низовых территориальных единиц. Немаловажно и то обстоятельство, что в том же направлении «сверху вниз» сокращается круг потребителей карт, так что создание трудоемких и дорогостоящих многолистных серий карт или атласов себя не оправдывает.

Другая важная задача состоит в том, чтобы достичь единства содержания всех карт серии, их согласованности, взаимодополняемости и сравнимости, т. е. подлинной системности. Выполнение этого требования обеспечивается использованием ландшафтной основы, т. е. единой, общей если не для всех, то для большинства карт сетки операционных территориальных единиц геосистем того или иного ранга. Как известно, сопоставление традиционных тематических карт чрезвычайно затруднено применением неодинаковых методов картографирования. Так, большинство элементов климата отображаются с помощью изолиний, объектами гидрологического картографирования служат речные бассейны либо конкретные реки и водоемы, социально-экономические показатели чаще отображаются в виде картограмм по сетке политико-административного деления и т. д. Картографическая интерпретация разнообразных показателей на ландшафтной основе, т. е. по единой системе естественных контуров, позволяет преодолеть территориальную несопоставимость содержания

множества тематических карт, но для этого необходимую исходную информацию нужно переложить на сетку геосистем, т. е. показатели температурного режима, лесистости, плотности населения или вредных атмосферных выбросов и многие другие должны быть пересчитаны по ландшафтным контурам. При этом все аналитические карты приобретают характер картограмм, построенных общим территориальным ячейкам. Последними могут служить ландшафтные зоны и провинции, конкретные ландшафты или другие естественные территориальные единицы. Известная трудоемкость описанного метода, предполагающего использование информации по первичным объектам измерения или учета, не всегда позволяет применить его для составления всех без исключения карт серии, да в этом и нет острой необходимости: речь должна идти главным образом об основных картах.

Итак, ландшафтная карта (которая в широком понимании включает карту ландшафтного районирования) должна служить базовой для всей эколого-географической серии.

При разработке проекта «Эколого-географического атласа России» была составлена программа содержания, которую можно использовать в качестве первоначальной типовой схемы для создания комплексной серии эколого-географических карт. В этой схеме - пять блоков карт, соответствующих последовательным этапам регионального эколого-географического исследования. Базовые карты - ландшафтную (типологическую) и физико-географическую (ландшафтного) районирования - следует рассматривать как вводный раз; открывающий серию карт или атлас.

1. Экологический потенциал природных геосистем. В этом разделе атлас даются как аналитическая, так и синтетическая характеристика экологического потенциала. Серия аналитических карт должна отражать отдельные элементы этого потенциала, т. е. частные составляющие природных условий жизни людей, начиная с климата: показатели, определяющие теплоощущение человека, степень теплового комфорта и дискомфорта, изменчивость погоды, условий, продолжительность периодов с дождями, различной скоростью ветра в ясный и пасмурный небом, с метелями, туманами, с дефицитом и избытком ультрафиолетовой радиации, а также длительность отопительного периода и др.

Следующий цикл карт относится к условиям водообеспеченности (наличие и качество питьевой воды, бальнеологических источников, водоемов для рекреационного использования); далее - характеристика биоты с экологической точки зрения (потенциальная биологическая продуктивность и ресурсы местопитания, рекреационные качества растительного покрова, лекарственные растения, ядовитые растения и животные, биологические предпосылки природно-очаговых заболеваний - резервуары и переносчики возбудителей, кровососущие насекомые и др.). Кроме того, на картах атласа должно найти отражение экологическое значение почв, рельефа и ряда специфических свойств ландшафтов, влияющих на формирование жизненной среды населения, в том числе геохимические аномалии, стихийные природные бедствия и другие экстремальные природные явления (сейсмичность, вулканизм, наводнения).

тайфуны, сели, лавины, многолетняя мерзлота). Следует обращать внимание также на факторы, повышающие экологический потенциал (например, степень внутреннего разнообразия ландшафтов, высокое эстетическое качество пейзажей).

Путем обобщения отдельных аналитических характеристик на ландшафтной основе (т. е. по системе контуров ландшафтов или геосистем других рангов - в зависимости от масштаба) разрабатываются карты частных экологических оценок геосистем — санитарно-гигиенической, медико-географической, рекреационной, курортологической. Этот блок карт служит переходом к синтезу, а именно к карте комплексной оценки качества природной среды в виде классификации геосистем по сочетанию определяющих (как положительных, так и отрицательных) природных экологических факторов.

2. Хозяйственное воздействие на геосистемы и техногенные экологические аномалии.

Этот раздел охватывает обширную и достаточно разнообразную информацию, без детального картографического анализа и обобщения которой невозможно дать оценку степени и характера нарушений природной среды. Неполнота и разнородность исходной информации, отсутствие единых методов ее учета, обработки и оценки создают значительные трудности для составления унифицированных карт этого раздела, и пока еще трудно определить их исчерпывающий перечень. Можно различать два последовательных этапа картографирования по названному разделу. На первом этапе необходимо с максимально возможной полнотой выявить и отразить на картах все источники и факторы хозяйственных (техногенных, антропогенных) воздействий на природную среду с их количественной характеристикой. Сюда относятся, с одной стороны, фоновые (площадные) воздействия, связанные с использованием земель (застройка, открытые горные разработки, распашка, эксплуатация лесов, пастбища и т. д.), с другой - очаговые, сопровождаемые выбросами производственных и иных отходов в четко фиксируемых «точках» и «линиях» (промышленные предприятия, животноводческие комплексы, коммунально-бытовая канализация, автомагистрали и др.). При наличии достоверных материалов о тех и о других отражение их на карте не представляет особых трудностей.

Более сложные задачи возникают на втором этапе, когда нужно дать на карте оценку прямых и косвенных последствий влияния всех названных факторов. Впрочем, прямые результаты фиксируются также без особых затруднений (например, концентрация вредных примесей в воздухе), труднее оценить их дальнейшие следствия (например, перенос техногенных атмосферных выбросов на дальние расстояния и их влияние на биоту и на здоровье населения).

Можно наметить следующие основные темы для карт второй части рассматриваемого раздела:

- загрязнение рек, водоемов и поверхностных вод, нарушение режима стока, тепловое загрязнение водоемов и их эвтрофикация, нарушение водных биоценозов;
- ухудшение качества (загрязнение) атмосферного воздуха, содержание, перенос и осаждение токсичных веществ, пыли и других примесей;

- ухудшение качества почв (химическое загрязнение, эрозия, плоскостной смыв, дефляция, вторичное засоление и заболачивание, изменение физических свойств, потеря плодородия);

- изменения биоты (уничтожение естественных биоценозов, вырубка ле-

их деградация под влиянием вредных техногенных выбросов, рекреационных перегрузок, пожаров, дигрессия естественных пастбищ, снижение биотической продуктивности геосистем, исчезновение отдельных видов или окрашивание их ареалов, расширение ареалов других видов, в том числе пызунов, насекомых-вредителей, сорных растений и др.);

- потеря продуктивных земель из-за расширения застройки, площадей под отвалами, карьерами, свалками, вследствие вторичной эрозии, дефляции, засоления, создания водохранилищ и других причин.

Показатели, отображаемые на аналитических картах, желательно представить в виде синтетической карты, дающей комплексную оценку характера и степени нарушенности геосистем. Методика создания подобных карт еще не разработана. Возможно, в основу обзорных карт этого типа (в качестве фона) целесообразно положить классификацию геосистем по трансформации их морфологического строения, но более сложная проблема -- отображение функциональных нарушений геосистем. Идя простым путем, можно выделить на карте ареалы различных экологических ситуаций.

3. Реакции населения на экологическое воздействие современной природной среды. Как мы уже знаем, реакции эти многообразны и сложны. В качестве наглядных интегральных характеристик следует использовать данные о плотности населения. Но особенно показательными могут быть карты, отражающие заболеваемость населения, т. е. медико-географические. Простейшие из них представляют собой картограммы, иллюстрирующие статистику заболеваний по административно-территориальному делению в виде числа случаев на 10 000 или на 100 000 жителей. Составление таких картограмм не создает трудностей, и число возможных сюжетов огромно • - по числу учитываемых статистикой заболеваний. Так, в «Медико-географическом справочнике Карельской АССР» (Петрозаводск, 1990) их помещено 70. Не все они представляют одинаковый интерес с точки зрения эколого-географического картографирования, поскольку многие болезни прямо не связаны с экологическими факторами. К тому же картограммы, составленные по административному делению, плохо отражают закономерности распространения болезней, их трудно сопоставить с природными показателями. Значительно большую научную ценность представляют медико-географические карты, составленные по четке ландшафтных контуров, что обеспечивает их полную сопоставимость с другими эколого-географическими картами. Но такие карты более трудоемки * пока еще редки.

4. Устойчивость геосистем к техногенным воздействиям. Этот раздел относится к важной географической проблеме, еще ждущей своего решения, имеющей ключевое значение для перехода к конструктивным экологическим работам. Чтобы установить экологически допустимые пределы воздействия геосистемы (экологические нормативы), необходимо знать реакции геосистем

на различные воздействия, их способность выдерживать техногенные нагрузки и восстанавливать экологический потенциал. Для этого в первую очередь необходимо выяснить те свойства геосистем, которые определяют их устойчивость. Такими свойствами являются соотношение теплообеспеченности и увлажнения, запасы биомассы, биологическая продуктивность и интенсивность биологического круговорота, способность биоты к восстановлению, способность атмосферного воздуха, вод и почв к самоочищению. Все эти свойства подчинены географическим закономерностям, существенно дифференцируются в пространстве и подлежат картографированию.

Далее важно изучить устойчивость геосистем отдельно к различным видам «нагрузок»: к химическим загрязнениям разных типов (например, нефтепродуктами, пестицидами и т. д.), к механическому воздействию (например, распашке, вытаптыванию, нарушению гусеничным транспортом), к вырубке, лесным пожарам и др. Результаты этих исследований также обязательно должны отражаться на картах соответствующего содержания, образующих особый блок в системе эколого-географических карт.

Пока еще в этом направлении сделано не очень много. Наиболее интересны исследования М. А. Глазовской, касающиеся процессов самоочищения ландшафтов СССР от техногенных продуктов. Результаты этих исследований представлены в виде серии карт, которые опубликованы в схематизированном варианте⁴.

5. Прогноз экологических проблем, разработка экологических нормативов и путей оптимизации географической среды. Этот раздел представляет собой заключительную, можно сказать, конструктивную стадию эколого-географических исследований и картографирования. Для географа здесь открывается широкое поле научного поиска, и хотя уже имеется ряд конкретных региональных разработок, еще предстоит выработать единые принципы и методы исследований.

В общем виде можно сформулировать следующие основные задачи завершающего этапа:

- прогноз ожидаемых экологических ситуаций регионального или локального масштаба с заданной заблаговременностью (на, 5, 10, 20 и более лет вперед);
- разработка экологических нормативов, или допустимых техногенных нагрузок (распашки, вырубки лесов, рекреационной емкости, концентрации техногенных выбросов и т. п.), в строгом соответствии с ландшафтно-географической дифференциацией территории, т. е. применительно к конкретным геосистемам и их типам;
- разработка мероприятий по восстановлению, сохранению и повышению экологического потенциала геосистем (путем ограничения хозяйственного использования вплоть до его полного запрета, изменения хозяйственного профиля, рекультивации нарушенных земель, восстановления лесов, мелиорации разных типов и т. д.).

⁴ См.: Глазовская М. А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. М-1988.

Значительный опыт комплексного экологического картографирования на разных территориальных уровнях и в разных масштабах накоплен Лабораторией ландшафтоведения и тематического картографирования НИИ географии СГГБГУ. Самая большая серия из 65 эколого-географических карт макрорегионального уровня для всей территории России вошла в монографию автора⁵. Для многих из них «прототипами» послужили карты, предназначавшиеся для неизданного «Эколого-географического атласа России» в масштабе 1:16 000 000. В книжном варианте эти карты, естественно, пришлось сильно уменьшить и схематизировать. Наиболее полная эколого-географическая серия мезорегионального уровня, состоящая из 83 карт на территорию Севера ЕТР, опубликована в работе того же автора. Оригиналы основных карт этой серии составлялись в масштабе 1:4 000 000. Пример комплексного экологического картографирования на низовом региональном уровне с конкретными ландшафтами в качестве операционных территориальных единиц представляет серия из 50 карт в масштабе 1:1 500 000 на территорию бассейна Ладожского озера. Отдельные карты этой серии, со значительным уменьшением, вошли в упомянутую выше публикацию, посвященную Северу ЕТР. В той же лаборатории разрабатываются эколого-географические карты в более крупных масштабах, вплоть до экспериментальных серий масштаба 1:25 000.

Создание комплексных эколого-географических атласов по полной программе - дело длительное, трудоемкое и дорогостоящее, а между тем нужда в наглядной экологической информации очень велика. Поэтому сейчас актуальной задачей становится издание общих, или комплексных (универсальных), эколого-географических карт, которые давали бы целостное представление об экологической ситуации на той или иной территории. Вопрос о содержании подобных карт оказался предметом дискуссий, ибо пока еще нет единого подхода к отбору и картографическому обобщению на одной карте огромной и разнообразной экологической информации.

На основе опыта разработки эколого-географической карты России в масштабе 1:4 000 000, а также ряда региональных карт более крупного масштаба представляется рациональным следующий подход к созданию общих эколого-географических карт. Поскольку качество среды обитания определяется двумя категориями факторов - природными и техногенными, - содержание карты должно иметь двухплановый характер. Первый план - в виде красочного качественного фона - составляет характеристика природных экологических УСЛОВИЙ, иначе говоря, экологического потенциала ландшафтов.

Есть основания считать, что именно экологические типы геосистем следует положить в основу содержания единой эколого-географической карты. Во-первых, природная среда имеет, в отличие от техногенной, универсальный характер. Она непрерывна и присутствует везде (не бывает среды без климатологического фундамента и т. д.). Во-вторых, природная среда первична

⁵ См.: Исаченко А. Г. Экологическая география России. СПб., 2001.

⁶ Исаченко А. Г. Экологическая география Северо-Запада России. Ч. II. СПб., 1995

по отношению к техногенной, ее невозможно «истребить», и она продолжает влиять на человека даже на самых урбанизированных территориях, не говоря уже о слабо затронутых хозяйственной деятельностью ландшафтах, где экологическая обстановка формируется природными факторами. В-третьих, природная среда служит «точкой отсчета» для оценки любых техногенных нарушений. Хорошо известно, что однотипные формы хозяйственного воздействия дают неоднозначный экологический эффект в разных ландшафтах (например, нефтяное загрязнение в тундре и в пустыне) и что ландшафты обнаруживают неодинаковую устойчивость к воздействиям. Первичный (природный) ландшафт служит той естественной нормой экологических условий, по отношению к которой оценивается степень техногенной нарушенности и на которую нужно ориентироваться при разработке различных экологических нормативов.

Второй план карты — техногенная составляющая экологической среды. Эта часть содержания карты соответствует тематике второго раздела комплексного эколого-географического атласа (см. выше). Тематика эта поистине необъятна, и перед составителем общей карты возникают сложные проблемы выбора главного. Особенно трудно сочетать в одной карте показ факторов (источников) техногенных воздействий и их многообразного экологического эффекта. Поневоле приходится выбирать что-либо одно.

Например, для характеристики атмосферных загрязнений важно, с одной стороны, показать центры промышленных и других выбросов, количество этих выбросов и их структуру. При этом к структуре можно подходить двояко: во-первых, практический интерес представляет «вклад» (доля) отдельных отраслей и даже конкретных предприятий; во-вторых, важно знать вещественный состав отходов, поступающих в атмосферу (тяжелые металлы, различные газы, пыль и т. д.). С другой стороны, как уже отмечалось, нас интересует экологический эффект: насколько далеко распространяются от источника те или другие загрязнители и как проявляется их воздействие на биоту, почву, водоемы по мере удаления от источника. Не может быть речи о том, чтобы все это показать на одной общей экологической карте. И представляется, что стоит отдать предпочтение первому кругу вопросов, т. е. по возможности объективно отразить размещение центров воздействия с дифференциацией по количеству выбросов и их структурой по источникам.

В целом можно рекомендовать следующий типовой набор показателей для второго плана обзорной эколого-географической карты.

Фоновые нарушения природной среды, связанные с хозяйственным использованием земель (отображаются с помощью разноцветных штриховок):

- обрабатываемые земли (с выделением орошаемых, осушенных, подвергающихся интенсивной химизации, смыву, линейной эрозии, дефляции);
- нарушенные лесные угодья (с преобладанием длительнопроизводных древостоев, молодняков, свежих вырубок, гарей);
- нарушенные естественные кормовые угодья;
- прочие нарушенные земли (в том числе при горных разработках, если масштаб позволяет оконтурить их действительные площади).

Очаги техногенного воздействия на природную среду:

- * урбанизация (все городские поселения с разбивкой на 5-6 градаций по числу жителей);
- * основные центры загрязнения поверхностных вод (в виде локализованных структурных диаграмм, радиус которых соответствует объему выбросов, а разбивкой на секторы обозначаются главные источники, например энергетика, черная и цветная металлургия, целлюлозно-бумажная промышленность и др.);
- * основные центры загрязнения атмосферы (локализованные структурные диаграммы, аналогичные предыдущим)⁷;
- * нарушение земель в результате добычи полезных ископаемых: нефти и газа, открытой добычи угля, железной руды, минеральных строительных материалов, подземной добычи угля и др., разработки торфяников ;
- * загрязнение рек и водоемов (наиболее сильно загрязненные реки обо значаются не синей линией, как общепринято, а, например, коричневой);
- * загрязнение почв вдоль главных транспортных магистралей (цветными линиями);
- * потенциальные источники экологической опасности (например, атомные электростанции, нефте- и газопроводы).

На карте целесообразно, кроме того, показать границы охраняемых территорий (заповедников, заказников, национальных и природных парков).

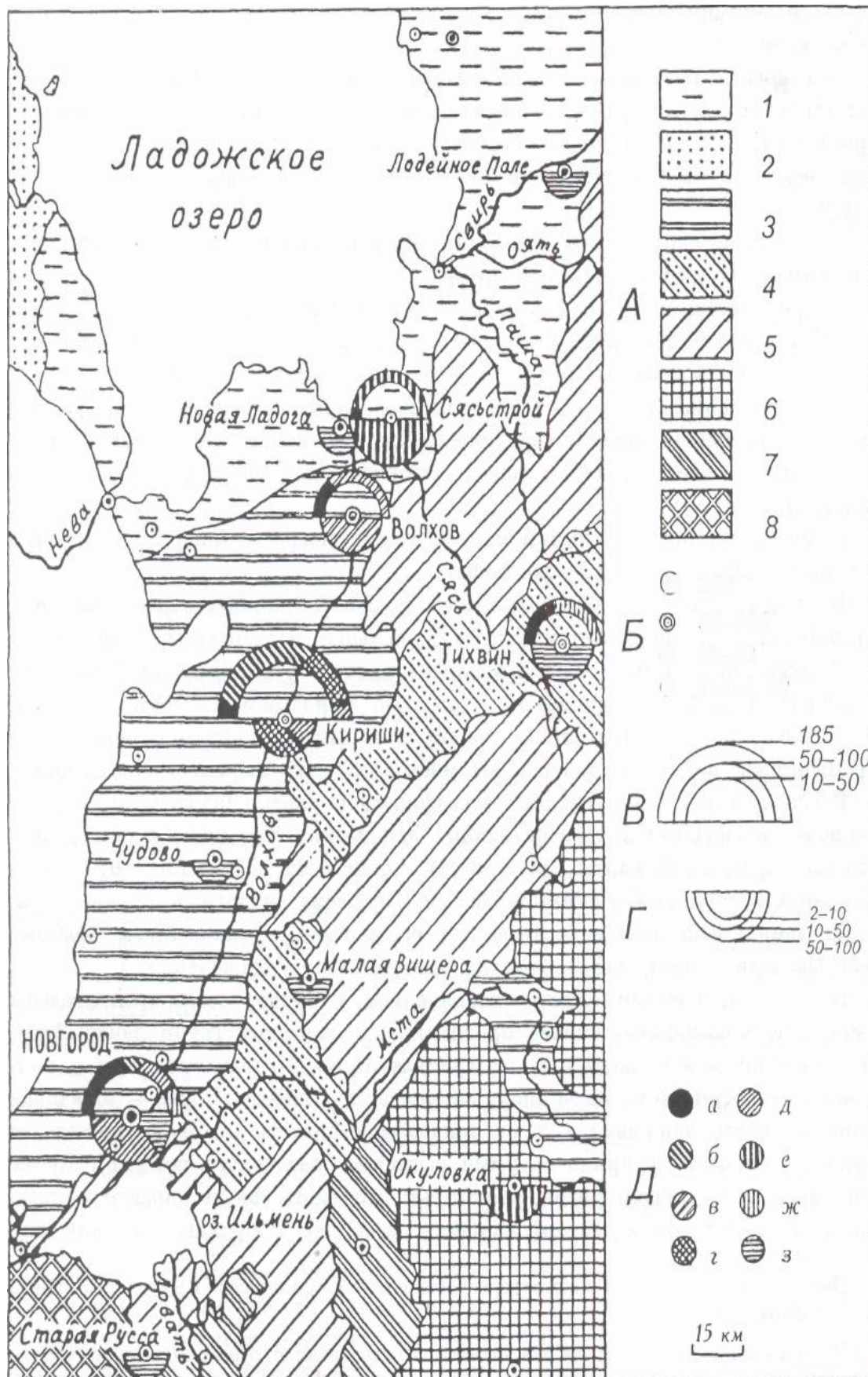
К сожалению, в черно-белом воспроизведении трудно дать представление об общей эколого-географической карте. На прилагаемом образце (рис. 4) представлен, по существу, лишь второй план карты, притом с некоторыми упрощениями, поскольку исключены многокрасочные штриховки и значки.

В основу содержания эколого-географической карты Ладожского бассейна положена экологическая классификация ландшафтов бассейна. В рамку прилагаемого фрагмента карты (см. рис. 4) вошли 8 экологических групп, обозначенных в легенде арабскими цифрами. Проблему экологической классификации ландшафтов нам еще предстоит рассмотреть в дальнейшем, поэтому здесь мы вынуждены, забегаая вперед, дать некоторые пояснения.

В табл. 3, которая служит дополнением к легенде карты, приведены важнейшие классификационные признаки экологических групп ландшафтов. Все признаки можно разделить на три категории. Первая относится к природному экологическому потенциалу ландшафтов; главные из них — зональная принадлежность ландшафтов и их теплообеспеченность (здесь в качестве ее основного показателя принята сумма активных температур воздуха). Кроме того, выборочно использованы некоторые дополнительные характеристики: породный состав лесов, заторфованность, а также природные условия для

⁷ Центры загрязнения вод и атмосферы обозначаются при пунсоне населенного пункта снизу и сверху от него (см. рис. 4).

⁸ На мелкомасштабных картах эти показатели, как правило, отражают немасштабными значками; по мере увеличения масштаба появляется возможность выделить подлинные контуры.



рекреации. Вторая группа признаков отражает интенсивность антропогенной нагрузки на ландшафты. В данном случае это плотность населения (общая и отдельно городского), урбанизованность (число городских центров с населением более 50 000 чел.) и удельная плотность выброса вредных веществ в атмосферу. Наконец, третья категория признаков характеризует сравнительную степень антропогенной нарушенности ландшафтов. В качестве ее индикатора принята трансформация морфологического строения ландшафта в форме площадного соотношения основных антропогенных модификаций локальных геосистем (урочищ). Под условно-коренными подразумеваются слабо затронутые человеческим воздействием болотные массивы, водоемы, спелые и перестойные леса; рена-турализационные модификации заняты в основном хвойными лесами в разных стадиях восстановления, длительнопроизводные -- мелколиственными лесами, агропроизводственные -- сенокосами, выгонами и обрабатываемыми угодьями. Подчеркнем, что все параметры приведенной классификации рассчитаны по каждому конкретному ландшафту (в пределах российской части территории Ладожского бассейна их насчитывается около 100).

Даже при беглом ознакомлении с табл. 3 нетрудно заметить существенные различия между группами ландшафтов как по природному экологическому потенциалу (что подчеркивается расположением групп в шкале теплообеспеченности, а на оригинале карты - и красочным фоном), так и по уровню и характеру антропогенных нагрузок и трансформаций. Группа 3, например, достаточно четко выделяется наибольшей интенсивностью антропогенных (в особенности очаговых) воздействий по всем показателям, группа 8 -- наивысшим уровнем фоновых сельскохозяйственных нагрузок на ландшафты, группы 2 и 5 наименее подвержены антропогенным воздействиям. Прочие условные обозначения рис. 4, относящиеся к характеристике локализованных центров антропогенного воздействия, не требуют дополнительных пояснений.

В 1991 г. силами географов Московского, С.-Петербургского университетов и Института географии Сибирского отделения РАН была начата разработка первой «Эколого-гео графической карты России» (масштаб 1:4 000 000). Карта была издана Федеральным управлением геодезии и картографии в 1996 г. В основу фоновой нагрузки карты положены типы природных ландшафтов, которые перенесены с «Ландшафтной карты СССР» того же масштаба, опуб-

Рис. 4. Эколого-географическая карта Ладожского бассейна (фрагмент).

А — экологические группы ландшафтов: 1-8 (объяснение условных знаков см. в табл. 3); *Б* -- города и поселки городского типа с числом жителей в тыс. чел.; *В* -основные центры загрязнения атмосферы с ежегодным объемом вредных выбросов, тыс. т; *Г* - - основные центры загрязнения поверхностных вод с ежегодным объемом водоотведения, млн. м³; *Д* -- источники вредных выбросов в атмосферу и поверхностные воды: *а* — автотранспорт, *б* — электроэнергетика, *в* — цветная металлургия, *г* — нефтепереработка, *д* — химическая промышленность, *е* — целлюлозно-бумажная промышленность, *ж* — прочие отрасли промышленности, *а* — коммунальное хозяйство и разные отрасли промышленности.

Таблица 3. Экологическая классификация ландшафтов бассейна Ладожского озера (фрагмент)

| Показат |
|-----------------------|
| Экологический |
| Сумма активны |
| тур, сотни °С |
| Заторфованнос |
| Породный сост |
| Условия для ре |
| Плотность насе |
| чел. /км ² |
| в т. ч. горо |
| Число городов |
| ем более 50 000 |
| Плотность вред |
| сов в атмосфер |
| Антропогенны |
| ции, % к площ |
| шафтов: |
| условно-кор |
| длительнопр |
| ренатурализ |
| агропроизво |
| в т. ч. пах |

Примечани.
рекреации: +++



ликованной в 1988 г. На фоне ландшафтов выделены основные типы угодий - пахотные, природные кормовые, лесные и неиспользуемые. Характеристика экологического потенциала ландшафтов вынесена в отдельную таблицу. На карту нанесены промышленные центры (отдельно выделены центры горнодобывающей промышленности), транспортные узлы и пути сообщения. При этом сделана попытка разделить все отображенные объекты по их экологическому состоянию или по экологической опасности; водные объекты дифференцированы по уровню загрязнения⁹.

⁹ Подробнее с принципами и методами составления карты можно ознакомиться по приложенной к ней «Пояснительной записке к научно-справочной Эколого-географической карте Российской Федерации масштаба 1:4 000 000» (М., 1996).

5. ПРИРОДНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ЛАНДШАФТА

4.1. Экологические функции абиотических компонентов ландшафта

Все компоненты ландшафта имеют экологическое значение как факторы прямого или косвенного, позитивного или негативного влияния на здоровье и жизнь человека, на его быт, трудовую деятельность, отдых и т. д. Одно из главных мест в этом отношении принадлежит **климату**, который в большей степени, чем другие географические компоненты, играет роль прямого экологического фактора, непосредственно обуславливающего теплоощущение человека и степень комфортности среды обитания. Климат чаще других компонентов играет роль лимитирующего экологического фактора, определяющего экстремальность условий обитания людей, но он же создает возможности рекреационного использования территории и климатотерапии. Исключительно велики косвенные экологические функции климата как ландшафтообразующего фактора. От климата во многом зависят обводненность территории, характер почв, биоты и геохимической среды.

Экологическая оценка климата требует учета множества параметров, сочетание которых обуславливает интегральный эффект его воздействия на человека. Например, теплоощущение определяется не только температурой воздуха, но и его влажностью, а кроме того, скоростью ветра. Интегральная оценка климата усложняется неоднозначностью и даже противоречивостью функций одного и того же элемента. Так, большая скорость ветра сильно снижает рекреационные и медико-географические качества климата, но способствует самоочищению атмосферы и поэтому должна высоко оцениваться с санитарно-гигиенической точки зрения. Для оценки влияния климата на терморегуляцию и теплоощущение человека предложены многочисленные искусственные биоклиматические коэффициенты, которые призваны выразить совместное действие различных метеорологических факторов, но их научное и практическое значение крайне ограничено.

Среди многочисленных элементов климата первостепенное экологическое значение имеет температура воздуха. Только для ее характеристики приходится использовать множество показателей. Для общей сравнительной оценки теплообеспеченности применяется, в частности, сумма активных температур, т. е. сумма градусо-дней за период со средними суточными температурами воздуха выше 10 °С. С экологической точки зрения большое значение имеет временная изменчивость температуры, и прежде всего сезонная и суточная. Для ее обобщенного выражения существуют коэффициенты континентальности. В условиях слабоконтинентального или морского климата снижаются температурные контрасты, сглаживаются экстремумы, сокращается продолжительность холодной части года, однако растянуты переходные сезоны, типичны неустой-

чивость погоды, высокая влажность воздуха, сильные ветры. Подобные свойства климата негативно влияют на сердечно-сосудистую и иммунную системы, стимулируют респираторные заболевания. Резко и крайне континентальный климат, несомненно, имеет свои минусы (опасность переохлаждения организма и обморожения, сокращение периода, когда возможно пребывание на открытом воздухе, климатолечение и др.)>^{но} выгодно отличается краткостью переходных сезонов и большей стабильностью погодных условий.

Для характеристики температурного комфорта и дискомфорта существует ряд более или менее условных показателей. Так, в качестве критерия комфортности летних рекреационных условий можно принять средние суточные температуры воздуха в интервале от 15 до 20 °С, а зимних — от -5 до -15 °С. Границами отопительного периода считаются даты переходов среднесуточной температуры через 8 °С, а холодного периода — через 0 °С. Критерием экстремально холодных условий можно считать температуры ниже -30 °С, когда при работах на открытом воздухе необходимо регулярно устраивать перерывы для обогрева. При температуре -45 °С всякие работы должны прекращаться. Оптимальными для человека величинами относительной влажности воздуха обычно считаются 40-60%, но некоторые специалисты поднимают верхний предел до 70 и даже 80%. Прямое и косвенное экологическое значение атмосферных осадков общеизвестно. Следует лишь подчеркнуть, что важно не только количество осадков, но и форма, интенсивность, частота их выпадения. Продолжительные осадки создают определенные ограничения для рекреации, климатотерапии и труда вне помещений. В качестве особого экологического фактора можно рассматривать снежный покров, играющий существенную роль в жизни большей части населения страны. В частности, продолжительность устойчивого снежного покрова и его высота — важнейшие предпосылки для организации зимних видов отдыха и туризма.

От облачности, т. е. от степени закрытости неба облаками, зависит продолжительность солнечного сияния — существенного лечебно-оздоровительного фактора. Условия для гелиотерапии определяются, кроме того, продолжительностью светового дня: ее увеличение с широтой в летнее время в значительной мере компенсирует недостаток ясных дней и несколько сглаживает широтные различия в общей продолжительности солнечного сияния.

Климатическим процессам присущи разночастотные колебания — вековые, многолетние, сезонные, суточные. При таких колебаниях экстремальные отклонения температуры, осадков, скорости ветра и других параметров от средней многолетней нормы могут приобретать характер стихийных природных явлений (СПЯ) и вызывать стихийные бедствия, нередко сопровождаемые сильными разрушениями и гибелью людей. В качестве СПЯ воспринимаются разного рода термические аномалии: экстремально низкие и экстремально высокие для данного ландшафта температуры, затяжные заморозки весной, раннее наступление морозов осенью. Многообразные СПЯ связаны с колебаниями атмосферного увлажнения и выпадения осадков: длительные бездождные периоды, продолжительные обложные дожди, ливни, интенсивные снегопады, градобития, гололед, туманы, грозы. Особая группа атмосферных СПЯ обусловлена циркуляционными факторами. С увеличением скорости движения воздушных

асс возрастает их разрушительная сила. Продолжительный ветер со скоростью более 20 м/с принято называть бурей, или штормом, а при увеличении скорости до 30 м/с и более - ураганом. Наиболее разрушительны тайфуны (тропические циклоны), воздействию которых подвержены страны Юго-Восточной и Восточной Азии, вплоть до Сахалина и Курильских островов на севере. По числу жертв они, наряду с наводнениями, занимают одно из первых мест в мировой статистике стихийных бедствий: в 1970 г. в Бангладеш во время тайфуна погибло более 1 млн. чел. Сильные разрушения, нередко сопровождаемые человеческими жертвами, вызывают смерчи • перемещающиеся в узкой полосе атмосферные вихри, во время которых скорость ветра может достигать 300 м/с.

Наиболее катастрофические СПЯ атмосферного происхождения имеют комплексный характер и обусловлены сочетанием экстремальных проявлений нескольких метеоэлементов. Так, разрушительное действие тайфуна усугубляется обильным выпадением осадков, нередко вызывающих наводнения. Сильные ветры в сочетании с интенсивным снегопадом превращаются в метели и снежные бури. Ветер с большой скоростью при высокой температуре и низком влагосодержании воздуха образует губительный для культурной растительности суховей. При длительном недостатке атмосферной влаги в сочетании с повышенными температурами вегетационного периода возникают атмосферные засухи, катастрофическое действие которых усиливается влиянием суховея.

Проявления СПЯ в воздушной среде дают толчок деструктивным процессам в других компонентах ландшафта - • наводнениям, эрозии и смыву почв, разрушающим почвенный слой пыльным бурям, почвенной засухе, лесным пожарам и др. Экстремальные отклонения температурного режима и увлажнения могут привести через влияние на кормовую базу диких животных к эпизоотиям, вспышкам размножения и нашествия грызунов и насекомых-вредителей. Атмосферные засухи имеют своим непосредственным следствием резкий дефицит почвенной влаги, от которого зависит судьба урожая. В недалеком прошлом частые засухи в южной полосе России приводили к потере урожая, массовому голоду, эпидемиям, эпизоотиям и гибели людей.

Возвращаясь к прямой экологической роли климата в жизни людей, нельзя не сказать о специфической зональной патологии у населения. В арктических и субарктических ландшафтах климат обуславливает высокий риск обморожений и переохлаждения организма, опасности метеострессов, авитаминозов, обострения сердечно-сосудистых заболеваний. С полярной ночью связан резкий дефицит ультрафиолетовой радиации, практически она отсутствует в течение 5-6 месяцев, что ведет к «ультрафиолетовому голоданию». В таежной зоне опасность перечисленных патологий постепенно уменьшается, но во многом по их набору эта зона еще напоминает Субарктику; типично «зимние» патологии резче проявляются в наиболее континентальных районах, тогда как в приморских и слабоконтинентальных чаще отмечаются сердечно-сосудистые и некоторые другие заболевания. Наиболее благоприятной в медико-географическом отношении можно считать «среднюю полосу» — от подтайги до типичной степи включительно. Усиление аридизации и увеличение избытка солнечной радиации к югу от этой полосы создают предпосылки для иного типа зональной

патологии - - для перегрева и обезвоживания организма, заболеваний дыхательных путей (из-за высокой запыленности воздуха), некоторых онкологических заболеваний (рак кожи).

Человек всегда был вынужден приспосабливаться к климатическим условиям. Главными средствами защиты от их неблагоприятного воздействия были и остаются одежда и жилище. Однако примитивные способы защиты сменились научно обоснованными нормативами в области гигиены и проектирования одежды и жилищ, которые опираются на учет географических закономерностей, и прежде всего зональности климатических условий.

Климат, обуславливая во многих районах дискомфорт и экстремальность природной среды обитания человека, в то же время содержит в себе и большой лечебно-оздоровительный потенциал. В рекреационной, курортологической и медико-географической оценке природной среды климату принадлежит важное место, но его эффективность зависит от сочетания с другими компонентами ландшафта - - водоемами, рельефом, растительным покровом, почвой.

К экологическим функциям климата нужно отнести его роль в миграции техногенных выбросов как фактора трансформации, переноса и рассеивания вредных поллютантов, но к этому вопросу мы еще вернемся в дальнейшем.

Обводненность ландшафта, наряду с климатическими условиями, относится к важнейшим, незаменимым экологическим факторам. Отсутствие питьевой воды служит одним из главных препятствий для расселения и хозяйственного освоения территории. С питьевой водой в организм человека поступают многие необходимые для его нормального функционирования макро- и микроэлементы. Как недостаток, так и избыток этих элементов в воде может явиться причиной патологий биогеохимического происхождения. Например, недостаток иода в воде и пище способствует нарушению функций щитовидной железы и распространению эндемичного зоба, с дефицитом фтора связан кариес зубов. Слишком «мягкая» питьевая вода, с низким содержанием ионов кальция и магния (что типично, в частности, для докембрийских кристаллических щитов) предрасполагает к сердечно-сосудистым заболеваниям, однако жесткая вода, с высоким содержанием тех же ионов создает предпосылки для других заболеваний, в том числе мочекаменной болезни.

Высокоминерализованные подземные воды и рассолы часто содержат специфические биологически активные компоненты (углекислоту, сероводород, железо, радон, иод, бром, бор и др.), которые имеют большое лечебное значение. На базе их месторождений функционируют бальнеологические курорты.

Экологическая роль водоемов в ландшафте многообразна и подчас противоречива. Их наличие, как правило, повышает рекреационную и оздоровительную ценность природной среды, но часто создает предпосылки для распространения кишечных инфекций, поскольку вода служит благоприятной средой для многих патогенных микроорганизмов.

Оценка водообеспеченности населения достаточно сложная задача. В современном водопотреблении трудно отделить собственно экологическую составляющую от производственной. На удовлетворение физиологических потребностей человечества в питьевой воде из водоисточников забирается на несколько

порядков меньше пресной воды, чем на производственные нужды. Однако к экологическим функциям воды следует отнести и ее использование в санитарно-гигиенических и коммунально-бытовых целях (в том числе, например, для полива улиц и зеленых насаждений). Не поддается точному количественному учету использование воды для отдыха, спорта, туризма.

Основные запасы пресной воды на Земле сосредоточены в самой верхней толще земной коры, но главным источником водоснабжения служат поверхностные воды, ресурсы которых ежегодно восполняются за счет речного стока. Суммарный годовой объем речного стока можно рассматривать как теоретически предельно возможную величину водозабора, но практически далеко не весь этот объем доступен для использования. В России на душу населения приходится 23 тыс. м³ речного стока в год. Наша страна по этому показателю уступает лишь немногим государствам (особенно Канаде, Норвегии, Конго и Бразилии), но значительно превосходит США и большинство европейских стран. В крупных городах удельное водопотребление достигает 100—200 м³ в год на душу населения, а в сельской местности оно меньше примерно в 15—20 раз. Таким образом, реальная величина стока в среднем многократно превышает необходимые нормы водопотребления. Однако в фактической водоресурсности населения существуют большие контрасты из-за неравномерного распределения стока в пространстве. Размеры удельного местного стока на душу населения могут различаться на несколько порядков. Различия усугубляются тем, что многие относительно густонаселенные территории приурочены к маловодным ландшафтам, тогда как в области избыточного увлажнения расположены обширные, почти не обжитые пространства. При этом важно учесть, что население забирает воду из водотоков, т. е. пользуется русловым стоком, в котором часто главную роль играет транзитный сток, поступающий из отдаленных ландшафтов. Примером может служить Волга в самом нижнем ее течении, где она не принимает ни одного притока (т. е. местный сток отсутствует). Проследивая водообеспеченность населения Волжского бассейна, мы должны констатировать, что она самая высокая не в основной области водного питания реки (таежные и подтаежные ландшафты), а в подзоне южных (сухих) степей, причем различия достигают 250-кратной величины в пользу этой подзоны.

Далее следует подчеркнуть, что формирование речного стока подвержено многолетним и сезонным колебаниям, обуславливающим изменчивость водообеспеченности во времени. В континентальных областях умеренных широт сток формируется главным образом за счет твердых осадков и, как правило, не менее половины его годовой нормы (а в аридных районах до 100%) приходится на долю весеннего половодья. Летом сток сильно сокращается из-за большого расхода осадков на испарение. Самый маловодный период обычно совпадает с зимним сезоном, когда даже у крупнейших рек, имеющих обширные водосборы, сток сокращается в десятки раз. Так, за три самых многоводных месяца р. Лена выносит в океан 72% годового объема стока, а за три зимних меженных месяца - всего лишь 2%. У малых рек сезонные контрасты стока могут быть еще более значительными, вплоть до полного его прекращения в меженные периоды.

Устойчивая часть речного стока определяется подземным (грунтовым) питанием, доля которого сильно варьирует в зависимости от физико-географических условий. В лесных ландшафтах (вне области многолетней мерзлоты) она достигает обычно 20-30% от полного годового стока.

Крупные озера благодаря большой водной массе и замедленному водообмену «гасят» как сезонные, так и многолетние колебания стока вытекающих из них рек. Примером может служить река Нева, у которой многолетние и внутригодовые колебания невелики в сравнении с незарегулированными реками. Озера широко используются как непосредственные источники питьевого, коммунально-бытового и производственного водоснабжения и имеют большое рекреационное значение.

Водообеспеченность определяется не только количеством, но и качеством речных и озерных вод. В естественных условиях поверхностные воды содержат большее или меньшее количество растворенных и взвешенных веществ, поступающих с водосбора. В зоне избыточного увлажнения вода рек и озер, как правило, слабо минерализована (менее 0,2 г/л) и характеризуется небольшим содержанием взвешенных частиц (менее 50 мг/л). В степной зоне минерализация поверхностных вод достигает 0,5-1,0 г/л, а в полупустыне и пустыне превышает эти величины, причем в химическом составе преобладание переходит от гидрокарбонатов к сульфатам, а затем и хлоридам. Содержание взвешенных частиц в поверхностных водах беслесных степных ландшафтов достигает 0,5—1,0 г/л, а в реках, стекающих с северных склонов восточной части Большого Кавказа, --12 г/л. Качество воды северных рек нередко снижается из-за большого содержания органических веществ и железа.

Источником питьевого и коммунального водоснабжения служат также грунтовые воды. Однако большая изменчивость их дебита во времени и пространстве и в целом небольшие запасы, а кроме того, подверженность загрязнению ограничивают возможность их применения для централизованного водопользования; практическое значение они имеют главным образом в сельской местности. Более существенное место в общем водопотреблении занимают артезианские воды. Зона пресных артезианских вод простирается на глубину от нескольких десятков до нескольких сотен (реже до 1000-1500) метров; с увеличением глубины быстро увеличивается их минерализация. Распространение артезианских бассейнов связано со строением геологического фундамента. Водообильность горизонтов артезианских пресных вод колеблется в широких пределах. Наиболее обводнены карстующиеся известняки и доломиты, тогда как глинистые толщи практически безводны. Для многих районов и промышленных центров с дефицитом поверхностных вод артезианские воды приобретают значение основных источников водоснабжения.

Вода в географической оболочке в процессе непрерывного круговорота и перемещения может явиться причиной стихийных бедствий. К числу наиболее опасных СПЯ относятся наводнения, связанные чаще всего с экстремальными подъемами воды в реках, вызванными интенсивным поступлением талых снеговых вод или жидких осадков, а также ледяными заторами. В России наводнениям принадлежит первое место среди СПЯ по размерам причиняемого ущерба. Им подвержено не менее 0,4 млн. км² площади. Эпизодически они

могут случаться почти повсеместно. В бассейне Амура сильные наводнения, вызываемые муссонными дождями, бывают каждые 2-3 года, примерно один раз в 7 лет они приобретают катастрофический характер. Недавний пример катастрофического наводнения, обусловленного заторами льда, - наводнение на р. Лене в районе г. Ленска в 1998 г. В особый тип выделяются нагонные наводнения в приморских районах, а также на берегах озер и водохранилищ. Наибольшей известностью среди них пользуются катастрофические наводнения в устье Невы на территории С.-Петербурга.

Помимо прямого ущерба - разрушения и повреждения зданий и различных сооружений, уничтожения урожая, порчи промышленной продукции - наводнения причиняют не всегда поддающийся точной оценке материальный ущерб, связанный с затратами на спасательные и восстановительные работы, переселение людей, освоение компенсационных земель и т. д. Негативный эффект наводнений усиливается в результате сведения лесов, нерациональной обработки почвы, неудачных инженерных решений при создании защитных сооружений. Главными средствами защиты от наводнений служат искусственные водохранилища наряду с разумным природопользованием на водосборной территории.

Почва выполняет преимущественно косвенные экологические функции по отношению к человеку: промежуточным звеном между ними служит биота, которую почва обеспечивает элементами минерального питания и влагой. К прямой экологической роли почвы можно отнести воздействие почвенной пыли на дыхательные пути и органы зрения.

В состав человеческого организма входит большинство химических элементов. Физиологическое значение многих из них еще недостаточно изучено, но известно не менее 30 микроэлементов, наличие которых, даже в ничтожных количествах, жизненно необходимо для нормального функционирования организма. При этом важен некоторый оптимальный уровень концентрации, превышение которого, как и дефицит элемента, вызывает биогеохимические патологии. Эти элементы образуют растворимые подвижные соединения в почве, легко усваиваемые растениями. Ранее уже упоминалось об экологическом значении дефицита йода и фтора, к этому можно добавить, что недостаток меди, железа, кобальта вызывает анемию; кобальт необходим для образования витамина В¹². Различные нарушения функций организма могут быть обусловлены дефицитом хрома, цинка и других микроэлементов. Избыточное поступление в организм ряда элементов может, в свою очередь, служить причиной патологических нарушений. Повышенная концентрация фтора вызывает заболевание зубов флюороз; избыток меди стимулирует острый панкреатит, язвенную болезнь двенадцатиперстной кишки, бронхиальную астму; избыток молибдена способствует отложению солей и молибденовой подагре. Стронций вытесняет кальций из костной ткани и ослабляет ее (уровская болезнь). Имеются данные о вредном влиянии избыточных количеств алюминия, никеля, свинца, селена, хрома и др.

Человек получает химические элементы с пищей (растительной и животной) и, в меньшей степени, с водой. Концентрация тех или иных элементов, притом в активной, доступной для усвоения форме, в «конечных» продуктах

может существенно отличаться от их валового содержания в «первоисточнике», т. е. в исходной минеральной среде, и определяется условиями миграции элементов в ландшафте. Важнейшим критерием конкретной биогеохимической ситуации в ландшафте следует считать концентрацию необходимых химических элементов (главным образом их подвижных форм) в почве. В общих чертах почва наследует элементарный химический состав материнской породы, но в почве он подвергается трансформации под воздействием биологического метаболизма, биохимических реакций, водной миграции. Баланс химических элементов в почве определяется соотношением ряда противоположно направленных потоков - приходных (поступление элементов с атмосферными осадками, пылью, органическим спадом, частично за счет разрушения минералов первичных пород) и расходных (накопление в приросте живой биомассы, вымывание из растительного опада, подстилки и почвы и вынос с поверхностным и почвенно-грунтовым стоком).

В целом доминирует тенденция к потере запаса элементов в почве; этой тенденции противодействует главным образом биологический круговорот, в ходе которого растительность перехватывает элементы - водные мигранты и возвращает их в почву. Наиболее интенсивно в почве аккумулируются воздушные мигранты - углерод и азот, поглощаемые растениями и бактериями из атмосферы. Из водных мигрантов лишь немногие характеризуются более высокой концентрацией в почве, чем в земной коре (в том числе иод, хром, бром, сера, молибден, бериллий и др.). Для некоторых элементов наблюдается примерно равное соотношение (кремний, ванадий, литий, бор, титан, алюминий, стронций, фосфор) или сравнительно небольшое уменьшение концентрации в почве (железо, марганец, барий, никель). Особенно же велика потеря кальция, калия, кобальта, меди, фтора, магния и натрия: для них соотношение концентрации в почве и земной коре составляет от 1:2 до 1:4.

Изменчивость геохимической составляющей природной среды подчинена общим ландшафтно-географическим закономерностям, и прежде всего широтной зональности. В зоне избыточного увлажнения (лесные и субарктические ландшафты) почвы характеризуются промывным режимом, что в сочетании с интенсивным стоком и ослабленным биологическим круговоротом способствует усиленному выносу подвижных элементов из почв и материнских пород. Подзолистые почвы, в особенности песчаные, крайне бедны элементами минерального питания, а с этим связан их дефицит в местных пищевых продуктах и питьевой воде. В таежных ландшафтах помимо эндемичного зоба и кариеса зубов наблюдаются некоторые другие биогеохимические патологии, обусловленные недостатком кальция, фосфора, меди, кобальта, марганца. Надо, однако, заметить, что в питании жителей тайги большую роль играют привозные продукты, поэтому далеко не всегда выявляется непосредственная зависимость между распространением биогеохимических патологий и концентрацией соответствующих элементов в почве и местных продуктах питания.

Наиболее благоприятный баланс химических элементов в почве характерен для лесостепных и типичных (северных) степных ландшафтов, что обусловлено относительным минеральным богатством материнских, преимущественно лесостепных пород, ослабленным выносом элементов из ландшафта, интенсивным

биологическим круговоротом. Однако высокое содержание кальция в почвах и водах создает предпосылки для распространения уролитиаза (мочекаменной болезни).

В аридных условиях полупустынь и пустынь вынос химических элементов со стоком незначителен. Происходит локальное перераспределение подвижных элементов, накопление их в понижениях и засоление как почв, так и поверхностных и грунтовых вод. Избыток солей может служить причиной нарушения функций органов пищеварения, а также дыхания (при попадании в организм с пылью). Некоторые эндемичные заболевания пищеварительного тракта, а кроме того, пневмонии у домашних животных связывают с избытком бора.

Особо нужно сказать о локальных биогеохимических аномалиях, обусловленных высокой концентрацией отдельных химических элементов в местных горных породах, откуда они переходят в почву, а из нее • - в кормовые растения и пищевые продукты. Таковы, например, аномалии с избытком никеля, магния, хрома, кобальта, меди в Южном Зауралье, бора --в Кулун-динской степи, стронция (причина урвской болезни) - - в Восточном Забайкалье. Наиболее многочисленны геохимические аномалии в горных ландшафтах.

Почва служит средой для многих микроорганизмов, в том числе возбудителей некоторых кишечных инфекций, столбняка, сибирской язвы, а также для яиц гельминтов, личинок насекомых переносчиков эпидемических болезней, клещей (в подстилке), патогенных грибов — возбудителей микозов. Но многие почвенные микроорганизмы выполняют полезные экологические (санитарные) функции, разрушая трупы животных и различные органические отбросы.

Рельефу присущи многообразные прямые и косвенные экологические функции. Впрочем, нередко в данном случае разграничить понятия «прямые» и «косвенные» можно лишь условно, так же как «позитивные» и «негативные». Увеличение высоты над уровнем моря сказывается на здоровье человека главным образом опосредованно, через климат, вследствие понижения атмосферного давления, недостатка кислорода, низкой температуры воздуха, избыточной инсоляции, сильного ветра. Пересеченность горного рельефа, с частыми обвалами, селями, лавинами непосредственно влияет на увеличение энергозатрат при передвижении, на вероятность травматизма и в целом затрудняет хозяйственное освоение территории. Но горные ландшафты оказывают на человека определенное оздоравливающее действие, обладают своеобразной аттрак-тивностью и значительным рекреационным потенциалом. В равнинных условиях расчлененный рельеф повышает эстетические качества ландшафта и его рекреационный потенциал, хотя в других отношениях оценивается преимущественно негативно.

С рельефом, точнее с рельефообразующими или геоморфологическими процессами, связана большая группа СПЯ, играющих деструктивную роль в ландшафте. Особенность этих процессов состоит в том, что они вызывают необратимые изменения в ландшафте из-за безвозвратной потери твердого материала или его аккумуляции, сопровождающихся появлением новых форм рельефа, а нередко - - также разрушениями и человеческими жертвами.

Среди экзогенных денудационных процессов наибольшим распространением выделяется *эрозия*. Ее действию на поверхности суши подвержено не менее 6-7 млн. км² площади. Реки мира ежегодно выносят в океан в среднем 200-300 т/км твердого материала, но в некоторых районах этот показатель достигает 3000 т/км и более. Основной ущерб эрозия причиняет сельскому хозяйству. Плоскостной смыв может полностью разрушить пахотный слой, а линейная эрозия ведет к образованию оврагов, которые «съедают» плодородные земли и несут в себе угрозу разрушения различных сооружений, дорог, жилых зданий, а кроме того, приводят к понижению уровня грунтовых вод и усугубляют недостаток почвенно-грунтовой влаги в засушливых ландшафтах. Эрозия сопровождается аккумуляцией наносов во впадинах и водоемах, увеличением мутности речных вод.

Своего рода аналогом эрозии является *дефляция* - ветровая денудация. Ее главным агентом служат пыльные бури, типичные для аридных и субаридных ландшафтов. Во время таких бурь миллионы тонн почвенных частиц могут быть перенесены на тысячи километров. В результате происходит уничтожение верхнего слоя почвы на обширных пространствах (например, в США в 1934 г. оно охватило около 45 млн. га), а отложение пыли в других районах приводит к гибели посевов, заносам на дорогах и т. д.

К опасным деструктивным процессам относятся *оползни* - скольжение масс горных пород под действием силы тяжести в результате их переувлажнения поверхностными или грунтовыми водами. Оползни широко распространены по высоким правобережьям Волги, Дона и некоторых других рек. По размерам материального ущерба и человеческим жертвам они относятся к числу наиболее разрушительных стихийных бедствий.

Для горных ландшафтов из экзогенных СПЯ характерны лавины и сели. *Лавины* - массы снега объемом до 2-6 млн. м³, движущиеся по горным склонам со скоростью до 80—100 м/с. Образование лавин обусловлено нарушением неустойчивого равновесия, свойственного снежному покрову, залегающему на крутых склонах гор. Толчком могут послужить обильные снегопады, метели, оттепели и т. д. Лавины обладают большой ударной силой, разрушают инженерные сооружения, вызывают прекращение движения на дорогах, под ними гибнут люди. Катастрофические последствия схода лавин практически ежегодно проявляются на Северном Кавказе, местами в горах Южной Сибири и Дальнего Востока. В 1993 г., например, в России под лавинами погибло 27 чел.

Сель - внезапный и кратковременный грязекаменный поток, приуроченный к руслу реки или временного водотока. Причиной селей могут служить сильные ливни, интенсивное таяние снегов и ледников в горах, а также прорыв естественных и искусственных плотин у высокогорных озер и снежно-ледяных дамб, особенно в сейсмичных районах. Объем выносимого селем твердого материала достигает 6 млн. м³. Селевые потоки уничтожают леса, разрушают мосты, дороги, жилые и производственные постройки. Сели наиболее типичны для аридных гор, но характерны также для высокогорий Большого Кавказа, Прибайкалья, Камчатки.

Из других экзогенных геоморфологических процессов следует упомянуть *карст*. Образование карстовых форм рельефа поверхностных (воронки, котловины, провалы, сухие долины и др.) и подземных (пещеры, полости) - является результатом химической денудации, а именно растворения карбонатных, сульфатных и галогенных пород. Карст широко распространен в условиях гумидного климата при наличии карстующихся пород. В районах активного развития поверхностных форм, в особенности провальных, он локально приобретает определенное деструктивное значение (например, в Высоком Заволжье, на Приволжской возвышенности).

Большим разнообразием отличаются экзогенные геоморфологические процессы в области *многолетней мерзлоты*. Попеременное сезонное оттаивание и промерзание деятельного слоя приводит к выпучиванию твердых тел, в том числе различных сооружений, и формированию бугров пучения. В результате вытаивания подземного льда образуются термокарстовые впадины, как правило, заполняемые озерами, происходит отступление береговых обрывов (термоабразия), а иногда исчезают небольшие арктические острова. На склонах крутизной 3—10°, сложенных пылеватыми мерзлыми грунтами, при оттаивании происходит их сползание (солифлюкция), иногда переходящая в оползни. В естественных условиях геокриологические процессы протекают относительно медленно и сдерживаются растительным покровом, который служит терморегулятором. Нарушение мохово-лишайникового покрова ведет к резкой активизации криогенных процессов, вплоть до развития термоэрозии и образования оврагов.

Все экзогенные денудационные процессы в условиях гравитационной неустойчивости ландшафта могут быть спровоцированы или активизированы хозяйственной деятельностью человека • вырубкой лесов, нерациональной обработкой почвы, непродуманным размещением инженерных сооружений, добычей полезных ископаемых и т. д. Поэтому такие процессы представляют наибольшую реальную или потенциальную опасность на интенсивно осваиваемых территориях. Так, поверхность некоторых нефте- и газодобывающих районов в области многолетней мерзлоты (на севере Западной Сибири) превратилась в настоящие бедленды.

Наиболее разрушительные СПЯ эндогенного происхождения - - *землетрясения*. Ежегодно на Земле наблюдаются сотни тысяч подземных толчков, но лишь немногие из них приобретают катастрофический характер. Жертвами сильнейших землетрясений иногда становились сотни тысяч человек. Интенсивность проявления землетрясения на земной поверхности зависит от его силы (магнитуды) в очаге и глубины последнего и измеряется по условной 12-балльной шкале. Землетрясения силой до 5 баллов обычно считаются слабыми, начиная с 6 баллов — сильными, с 8 баллов - - разрушительными. Сейсмоопасные зоны приурочены к наиболее подвижным поясам земной коры -- Средиземноморскому и Тихоокеанскому, а также к рифтовым системам (в частности, Байкальской). Восток Камчатки и Курильские острова относятся к зоне 9-10-балльных землетрясений (толчки такой силы случаются один раз в 200-500 лет). В Байкальско-Становой сейсмической зоне наблюдались зем-

летрясения силой до 10-11 баллов; во время одного из них, в 1862 г., на Байкале образовался залив Провал. Разрушительные землетрясения возможны на западе и северо-востоке Сахалина, в некоторых районах гор Северо-Восточной Сибири и Алтайско-Саянской системы, в восточной части Большого Кавказа. К области повышенной сейсмичности (6—7 баллов) относятся почти все другие горные системы Северо-Восточной Сибири, Дальнего Востока и юга Сибири, а также Северный Кавказ с Предкавказьем. Остальная часть территории России может считаться условно-безопасной в сейсмическом отношении, хотя в некоторых районах (Балтийский щит и его южная окраина) существует вероятность землетрясений силой 5-6 баллов, а возможно, и выше.

Предотвращение ущерба от землетресений основывается главным образом на повышении сейсмостойкости сооружений, а также на совершенствовании методов сейсмического прогнозирования.

Подводные землетрясения служат причиной возникновения *цунами* -гигантских волн, перемещающихся со скоростью, достигающей до сотен км/ч. При подходе к берегу высота волны достигает 20-50 м, иногда более, имея вид отвесной водяной стены. Цунами обрушиваются на побережье с большой разрушительной силой. Их деструктивному действию наиболее подвержены берега островных дуг западной части Тихого океана, в том числе Курильских островов, а также Камчатки. В 1952 г. волны цунами стерли с лица земли г. Северо-Курильск на о. Парамушир. В Японии максимальное число жертв цунами достигало 215 тыс. чел.

К областям *современного вулканизма* в пределах России принадлежат восточная часть Камчатки и Курильские острова. Здесь известно около 70 активных вулканов, извержения которых происходили в историческое время. Крупнейший и наиболее активный вулкан во всей Евразии - - Ключевская Сопка (4750 м). За последние 300 лет вулкан извергался более 50 раз, т. е. в среднем каждые 5—6 лет. Из других наиболее активных вулканов Камчатки следует отметить Карымскую Сопку (одно извержение каждые 5 лет), Мут-новскую Сопку, Авачинскую Сопку, Толбачинский, Шивелуч, Безымянный. Самые активные вулканы Курильских островов - - Алаид (на о. Атласова) и Сарычева (на о. Матуа). За последние 200 лет каждый из них извергался в среднем по разу в 25 лет.

Прямой материальный ущерб от извержений относительно невелик по причине слабой заселенности окружающей территории, хотя известны случаи, когда пос. Ключи был сплошь покрыт пеплом от извержения Ключевской Сопки; значительный ущерб нанесло извержение Авачинской Сопки в 1945 г. (но обошлось без жертв); вулканический пепел может выпадать в Петропавловске-Камчатском, как это было, например, в 1946 г. во время извержения вулкана Сарычева. Однако излияние лав и отложение пирокластического материала видоизменяют рельеф, приводят к уничтожению почвенно-растительного покрова. Извержения вызывают таяние ледников и образование мощных грязевых потоков. Выбросы вулканической пыли и пепла повышают запыленность атмосферы, а тем самым увеличивают облачность и уменьшают солнечную радиацию.

4.2. Экологические функции биоты

Экологическая роль биотических компонентов ландшафта крайне важна, многообразна и неоднозначна.

Растительный покров - поставщик кислорода, важный лечебный и рекреационный фактор; дикорастущая флора - источник многих ценных пищевых продуктов, витаминов, лекарственных средств, фитонцидов, но в ней есть и ядовитые растения и носители аллергенов. Растительность формирует среду обитания и кормовую базу животных, среди которых могут быть хранители и переносчики возбудителей эпидемических заболеваний человека, тем самым растительные сообщества косвенно повышают нозогенность ландшафта.

Особенно важно подчеркнуть роль растительного покрова как стабилизирующего, средоформирующего и средозащитного фактора в ландшафте. В этом отношении наиболее выделяются лесные сообщества. Лес способен трансформировать внешние метеорологические воздействия. Под пологом леса выравнивается ход температуры воздуха, резко, почти до нуля, уменьшается скорость ветра, более равномерно распределяется снежный покров, кроны деревьев задерживают значительную часть атмосферных осадков и т. д. Таким образом, лес защищает человека от неблагоприятных атмосферных воздействий, лесная среда во многих отношениях более благоприятна для человека, чем внелесная. Активно взаимодействуя с другими компонентами ландшафта, растительный покров влияет на его водный баланс, геохимический круговорот, почвообразование. Развитый растительный покров - важнейшее условие устойчивости ландшафта к внешним, в том числе и к антропогенным, деструктивным воздействиям. Он противостоит эрозии, солифлюкции, дефляции, селям, лавинам, служит защитным фильтром от вредных техногенных выбросов.

Эффективность экологических функций растительных сообществ зависит от многообразия их флористического состава, структуры и современного состояния, связанного с человеческим воздействием. Поэтому экологическая оценка естественного растительного покрова многоаспектна и не может быть выражена каким-либо одним коэффициентом. К числу наиболее важных, можно сказать универсальных, показателей следует отнести продуктивность фитомассы и ее запасы. Их пространственная изменчивость подчинена закону зональности. Наивысшей продуктивностью характеризуются сообщества, произрастающие в полосе оптимального соотношения теплообеспеченности и увлажнения - луговые степи и дубравы. К северу от этой полосы продуктивность падает из-за уменьшения запасов солнечного тепла, а к югу - из-за нарастания дефицита увлажнения (табл. 4). Следует, кроме того, добавить, что в континентальных секторах продуктивность растительности ниже, чем в приокеанических.

Максимальные запасы живой фитомассы способны накапливать лесные сообщества, причем интенсивность накопления также находится в прямой зависимости от широтной зональности. В лесах же аккумулируется и наибольший запас мертвого органического вещества в виде подстилки, масса которой достигает в ельниках 50 т/га (в сухом весе).

Таблица 4. Биологическая продуктивность и круговорот веществ в зональных типах растительности ЕТР

| Растительные сообщества | Продукция фитомассы, т/га в год | Запасы фитомассы, т/га | Потребление минеральных элементов, кг/га | Возврат элементов с спадом, кг/га | Содержание элементов в живой фитомассе, кг/га |
|----------------------------|---------------------------------|------------------------|--|-----------------------------------|---|
| Тундра арктическая | 1-2 | Менее 10 | Менее 50 | Менее 40 | Менее 100 |
| Тундра кустарничковая | 2-3 | 10-20 | 50-100 | 40-80 | 200-300 |
| Сосняки северотаежные | 4-5 | 100-200 | 100-150 | 80-100 | 500-1000 |
| Ельники среднетаежные | 6-8 | 200-250 | 150-200 | 100-120 | 1500-2500 |
| Ельники южнетаежные | 8-10 | 250-350 | 200-250 | 120-150 | 2000-3000 |
| Ельники подтаежные | 10-12 | 350-400 | 200-300 | 150-250 | 3000-3500 |
| Дубравы | 12-14 | 400-500 | 400-500 | 250-300 | 4000-5000 |
| Степи луговые | 14-16 | 20-40 | 600-800 | 600-700 | 900-1000 |
| Степи разнотравно-злаковые | 10-12 | 10-20 | 400-600 | 400-500 | 500-800 |
| Степи сухие | 6-9 | 5-10 | 200-300 | 150-200 | 200-300 |
| Пустыни полынные | Менее 5 | Менее 5 | Менее 300 | 200-300 | 120 |

Большие единовременные запасы фитомассы определяют выдающуюся средообразующую и средозащитную роль леса в сравнении с другими растительными сообществами. Стабилизирующие функции тундровой растительности также весьма существенны. Растительная дернина затрудняет теплообмен между мерзлым слоем почвогрунта и приземным слоем атмосферы. Тем самым поддерживается термическое равновесие в почвогрунте и сдерживается развитие криогенных процессов. Что касается степной растительности, то о ее экологических функциях можно говорить лишь условно, поскольку она практически сведена.

С продуцированием фитомассы непосредственно связана интенсивность биологического круговорота веществ, поэтому здесь мы обнаруживаем те же географические закономерности. Хотя разным видам растений присуща избирательная способность к поглощению тех или иных химических элементов, в целом потребление и накопление элементов растительностью подчинены закону зональности. Из табл. 4 видно, что самые продуктивные сообщества поглощают из почвы наибольшее количество химических элементов и соответственно больше возвращают с спадом. Но в силу медленного разложения последнего в лесу на поверхности почвы образуется мощная подстилка, в которой накапливаются и прочно удерживаются многие макро- и микроэлементы. Напомним, что необходимые химические элементы поступают в организм человека как с пищевыми продуктами растительного и животного происхождения, так и с питьевой водой. Имеются, однако, данные о том, что роль последней в этом отношении сравнительно невелика (не более 10-20%).

Растительному покрову, и прежде всего лесу, принадлежит важное место в рекреационной оценке ландшафта. От лесной растительности в большой степени зависят эстетические качества ландшафта. Для многих видов отдыха

оптимальной считается территория, примерно на половину покрытая лесом. При этом значение имеют разнообразные качества лесной растительности - ее породный состав, полнота, сомкнутость, наличие подлеска, ягод, грибов и т. д., • • а кроме того, соотношение с другими элементами ландшафта - формами рельефа, водоемами, участками полей и лугов и т. д. В конечном счете оцениваться должен весь природный комплекс как целое с учетом его внутреннего разнообразия и устойчивости к рекреационному воздействию (дигрессии).

Экологические качества растительных сообществ во многом зависят от участия и обилия отдельных видов, которые могут расцениваться как полезные или вредные. Среди первых необходимо отметить дикорастущие пищевые растения. Такими растениями особенно богаты лесные ландшафты, для которых известно около 200 видов съедобных грибов, десятки видов плодово-ягодных растений, в том числе брусника, голубика, морошка, черника, клюква, разные виды смородины, малины, шиповника, рябины, черемухи, земляники и др. Из ценных орехоплодных растений сибирской тайги следует отметить кедр сибирский и кедровый стланик, а на юге Дальнего Востока - кедр корейский. В подтаежных и широколиственных лесах встречается лещина (разные виды в Восточной Европе и на юге Дальнего Востока). Для широколиственных лесов типичны также яблоня, груша, вишня, ежевика, на Северном Кавказе, кроме того, - кизил, алыча, ирга, мушмула, облепиха, а на юге Дальнего Востока - актинидия, лимонник китайский, виноград амурский, абрикос маньчжурский и др. Среди дикорастущих известны также пищевые травянистые (листовые) растения, например щавель, черемша, крапива.

Во флоре России представлены сотни видов дикорастущих лекарственных растений, помимо тех плодово-ягодных, которые могут использоваться и в качестве лекарственных средств (например, актинидия, брусника, малина, рябина, черника, шиповник и др.). К лекарственным растениям относятся многие виды деревьев (в том числе бархат амурский, береза, дуб, липа, ольха, пихта, сосна), кустарников, кустарничков, но большинство из них - травы. Многие виды лекарственных растений имеют широкие ареалы. Это в основном лесные виды, а также луговые и некоторые сорные (среди них такие руде-ральные растения, как белена, дурман, крапива). Обычно встречаемость вида и его плотность внутри ареала очень неравномерны. Большинство типично лесных лекарственных растений встречаются на севере тайги редко и не имеют существенного практического значения. Для сбора лекарственных растений наиболее перспективна «средняя полоса» - от южной тайги до лесостепи. Многие виды встречаются здесь почти повсеместно; главные из них -- береза повислая и пушистая, брусника обыкновенная, валерьяна (разные виды), горец (разные виды), душица обыкновенная, калина обыкновенная, крапива двудомная, малина, мать-и-мачеха, можжевельник обыкновенный, пастушья сумка, пижма обыкновенная, подорожник большой, полынь горькая, пустырник сердечный, ромашка безъязычковая, рябина обыкновенная и сибирская, смородина черная, сосна обыкновенная, сушеница топяная, толокнянка обыкновенная, тысячелистник обыкновенный, хвощ полевой, чага, череда трехраздельная, черемуха обыкновенная, черника обыкновенная, чистотел большой, ши-

повник иглистый и майский. Только в европейской части этой полосы встречаются дуб черешчатый, жостер слабительный, зверобой продырявленный, липа сердцевидная, ольха клейкая и серая. Особенно богата и своеобразна флора лекарственных растений лесов южной части Дальнего Востока; в ней присутствуют актинидия коломикта, аралия маньчжурская, бархат амурский, женьшень, заманиха высокая, лимонник китайский, свободнаягодник колючий и др. В ландшафтах северного склона Большого Кавказа кроме ряда обычных европейских лесных видов встречаются барбарис обыкновенный, безвременник великолепный, наперстянка реснитчатая, пиетрум розовый, скополия карниолийская и некоторые другие лекарственные растения. Широкая популярность лекарственных растений может привести к их истреблению. Большинство их подлежит охране, и массовый неорганизованный сбор должен быть исключен.

Во флоре России известны десятки видов ядовитых растений, представляющих угрозу здоровью и даже жизни человека. Надо заметить, что граница между ядовитыми и лекарственными растениями часто имеет условный характер. Многие растительные алкалоиды и другие токсичные вещества в определенных дозах используются как лечебные средства. С другой стороны, такие широко известные лекарственные виды, как ландыш и наперстянка, или съедобный щавель могут оказаться ядовитыми. Ядовитые части имеются у многих пищевых растений. Но даже явно ядовитые растения, в том числе некоторые грибы, при умелом использовании не опасны для здоровья. Некоторые ядовитые растения поражают преимущественно центральную нервную систему (белена черная, борец, вех ядовитый, вороний глаз, дурман и др.), другие сердечно-сосудистую (горицвет весенний, желтушник, чемерица, эфедра), третьи пищеварительную (белокрыльник болотный, ветреницы, волчье лыко, копытень, лютик едкий, щитовник и др.).

Среди грибов самые опасные, смертельно ядовитые, - поганки бледная и белая. К ядовитым относятся также некоторые мухоморы (красный, пантерный, порфиновый, или серый, поганковидный). Относительно ядовитости некоторых грибов данные противоречивы. Виды грибов, традиционно считающихся ядовитыми, в действительности могут быть просто несъедобными (например, желчный гриб). У других грибов токсичные вещества разрушаются при обработке. Третьи в одних условиях не содержат токсинов и употребляются в пищу, но в иных регионах иногда вызывают отравления. Строчок обыкновенный и свинушка тонкая относятся к «условно-съедобным», но при сборе грибов их лучше избегать.

Распространение ядовитых растений подчинено общим географическим закономерностям распределения растительных сообществ. Оптимальные условия для их произрастания существуют в той же «средней полосе», охватывающей юг лесного пояса и лесостепь, особенно в их восточноевропейской части; здесь известно не менее 30 видов ядовитых растений, в том числе белена черная, белокрыльник болотный, борец высокий, три вида ветрениц, вех ядовитый, волчье лыко, вороний глаз, калужница болотная, копытень европейский, лютик едкий, мытник болотный, паслен сладко-горький и черный, пижма обыкновенная, чемерица Лобеля и др. Своеобразные черты флоры

ядовитых растений присущи Северному Кавказу, южным районам Сибири и Дальнего Востока.

Животный мир ландшафта утратил былую функцию жизнеобеспечения человечества как главный источник пищевых продуктов и материалов для одежды, обуви, жилища. Многие дикие животные, впрочем, остаются объектами охоты и рыболовства и в этом качестве имеют как промысловое, так и определенное рекреационное значение (если рассматривать спортивную охоту и любительскую рыбную ловлю как формы рекреационных занятий). Однако в современную эпоху становится особенно актуальной оценка негативных экологических функций животного населения. Среди разных систематических групп животных известны ядовитые виды. Во многих ландшафтах существенным фактором экологического дискомфорта служат кровососущие членистоногие. В определенных ситуациях нельзя исключить прямую угрозу жизни человека, возникающую при столкновении с опасными хищниками. Однако гораздо большее число представителей животного мира, в том числе самые распространенные дикие млекопитающие, имеют эпидемиологическое значение, являясь прокормителями или переносчиками возбудителей природно-очаговых болезней (ПОБ) - зооантропонозов.

Зооантропонозы - болезни, общие для человека и животных. Их источником могут служить как дикие, так и домашние животные. Во втором случае заболевание человека лишь косвенно зависит от ландшафта — через хозяйство (животноводство) и особенности быта. Нозоформы, связанные с дикими животными, более строго приурочены к определенным геосистемам, в которых происходит циркуляция возбудителя, и для них типична природная очаговость.

ПОБ по этиологии (причинности) делятся на вирусные инфекции (энцефалиты, бешенство, геморрагические лихорадки и др.), риккетсиозы (клещевой риккетсиоз, Ку-лихорадка, лихорадка тсугамуши, или японская, и др.), спирохетозы, бактериальные инфекции (чума, туляремия, сибирская язва, лептоспироз, столбняк и др.), протозойные инфекции (кожный лейшманиоз) и гельминтозы, образующие группу паразитарных ПОБ (описторхоз, дифилло-ботриоз, альвеококкоз, тениаринхоз и др.).

Хозяевами возбудителей ПОБ могут быть почти все млекопитающие, населяющие территорию России, в том числе представители отряда насекомоядных (еж обыкновенный, крот обыкновенный, многочисленные бурозубки), некоторые рукокрылые, зайцы - русак и беляк. Важнейшее эпидемиологическое значение имеют многочисленные представители отряда грызунов, в особенности мелкие мышевидные, которые служат резервуарами возбудителей большинства зооантропонозов (в частности, клещевого весенне-летнего энцефалита, клещевого риккетсиоза, Ку-лихорадки, туляремии, геморрагических лихорадок, лептоспироза) и прокормителями их переносчиков - членистоногих. Наибольшую эпидемиологическую опасность представляют широко распространенные виды полевых (рыжая, красная, красно-серая, эконолка и др.), все виды семейства мышинных, а также ондатра и водяная крыса. В циркуляции возбудителей некоторых ПОБ участвуют лемминги, белка и бурундук, а в безлесных ландшафтах юга России -- суслики, сурки, тушканчики, хомячки, песчанки.

Установлена эпидемиологическая значимость большинства видов отряда хищных, в особенности из семейства псовых. Лисица, песец, отчасти волк и остальные представители этого семейства - - главные носители вируса бешенства, а также возбудителя альвеококкоза и могут явиться источниками лептоспирозов, эхинококкоза, трихинеллеза. Носителями вируса бешенства служат представители семейства куньих (куница, норка европейская и американская, горностай, колонок). Медведь, барсук, рысь являются резервуарами возбудителя трихинеллеза. Парнокопытные, в том числе олени, лось, лань, косуля, принадлежат к источникам бруцеллеза, для кабарги установлено носительство трихинеллеза, северный олень - - возможный источник эхинококкоза и ток-сопл азмоза.

Носителями возбудителей некоторых ПОБ (в том числе японского клещевого энцефалита, туляремии, лептоспироза, псевдотуберкулеза, Ку-лихорадки) могут быть птицы, в частности воробьиные, ласточки, скворцы, грачи. Установлено также носительство лептоспироза некоторыми видами рептилий, туляремии - - земноводными. Многие виды рыб играют важную роль в циркуляции возбудителей гельминтозов в качестве их дополнительных хозяев -прокормителей в личиночной стадии - - и непосредственных источников ин-вазирования человека. Таковы, например, щука, налим, окунь, ерш, хариус, озерная форель, поддерживающие очаги дифиллоботриоза; виды из семейства карповых (язь, лещ и др.), с которыми связаны очаги описторхоза; амурский сиг, дальневосточный сазан и другие рыбы - - источники эндемичных для бассейна Амура гельминтозов. Промежуточными хозяевами паразитарных червей, вызывающих названные заболевания, служат пресноводные рачки и моллюски, которыми питаются рыбы.

Возбудители ПОБ попадают в организм человека различными путями. Один из них — алиментарный, в том числе употребление в пищу сырой, слабо просоленной или плохо проваренной рыбы (сюда относятся все ранее упомянутые инвазии, при которых рыба является дополнительным хозяином возбудителя, а человек - - окончательным, или дефинитивным) и недоваренного мяса, в частности медвежьего и барсучьего (трихинеллез), оленьего (тениаринхоз, лептоспироз), а также свиной (Ку-лихорадка, трихинеллез), реже молока (Ку-лихорадка, бруцеллез). Заражение может происходить через продукты и питьевую воду, загрязненные выделениями грызунов, причем из воды иногда возбудитель способен попасть в организм человека и через поврежденную кожу или слизистую оболочку (Ку-лихорадка, геморрагическая лихорадка с почечным синдромом, вилейский энцефаломиелит, лептоспироз, псевдотуберкулез, токсоплазмоз, альвеококкоз). Для некоторых зооантропонозов (туляремия, омская геморрагическая лихорадка) характерен промысловый тип инфицирования, связанный с добычей и обработкой шкур зверьков -ондатры, водяной крысы. В распространении ряда нозоформ большую или меньшую роль играют контакты человека с зараженными сельскохозяйственными животными - - уход за ними, обработка шкур и т. п. (Ку-лихорадка, сибирская язва, бруцеллез), а также с собаками (альвеококкоз, эхинококкоз). Относительно невелико значение аспирационного способа заражения ПОБ (попадание возбудителя в организм через дыхательные пути). Вирус бешенства

поступает непосредственно в кровеносную систему человека при укусе животного-носителя, чаще всего бездомных собак, контактирующих с инфицированными дикими животными, столбнячная палочка - - из почвы через травмы.

Заражение некоторыми болезнями, как это видно из приведенного материала, может происходить разными путями, однако наиболее характерным для ПОБ следует признать трансмиссивный путь, при котором возбудитель передается человеку кровососущими членистоногими, паразитирующими на многих позвоночных. Основными хранителями и переносчиками возбудителей трансмиссивных болезней служат клещи, преимущественно из семейства иксодовых. Они паразитируют более чем на 200 видах позвоночных, в особенности на мышевидных грызунах, которые являются их прокормителями в стадиях личинок и нимф, а также на крупных диких и домашних млекопитающих -прокормителях взрослых особей. На территории России известны десятки видов иксодовых клещей и большинство из них участвуют в циркуляции возбудителей ПОБ, но непосредственное эпидемиологическое значение имеют те из них, которые нападают на человека. К ним относятся более десятка видов из родов *Ixodes*, *Dermacentor*, *Haemaphysalis*.

Распространение типичных трансмиссивных ПОБ, таких как клещевой весенне-летний энцефалит и клещевой риккетсиоз, определяется ареалами соответствующих клещей-переносчиков. В частности, северные пределы очагов первой из названных болезней совпадают с границами ареала вида *Ixodes persulcatus*, заходящего на север далее других иксодовых клещей. Некоторые ПОБ (например, Ку-лихорадку, туляремию, геморрагические лихорадки, леп-тоспироз) можно назвать факультативно-трансмиссивными, их переносчиками являются также клещи, но нападающие главным образом не на человека, а на крупных животных, от которых инфекция передается человеку алиментарным, аспирационным или контактным путем.

Кровососущие насекомые также могут служить переносчиками некоторых ПОБ, в частности осеннего (японского) и весенне-летнего энцефалитов (комары), туляремии, карельской лихорадки (комары, мошки). Блохи - - переносчики бактерий, вызывающих чуму, страшнейшую инфекцию прошлого, очаги которой на территории России к настоящему времени оздоровлены.

Природные предпосылки типичных ПОБ тесно связаны с определенными ландшафтами, поэтому степень потенциальной опасности заболевания теми или иными ПОБ изменяется в соответствии с ландшафтно-географическими закономерностями. Формирование очагов многих ПОБ связано с лесными ландшафтами, особенно в южной части их ареала, где наблюдается наибольшее видовое разнообразие и высокая численность как мелких млекопитающих — основных прокормителей клещей, так и самих клещей, а кроме того, существуют оптимальные условия для выживания возбудителей зооантропонозов. Распространению хозяев и переносчиков ряда ПОБ (в том числе клещевого энцефалита) способствует хозяйственная деятельность - - вырубка и захламливание лесов, выпас скота на лесных пастбищах и т. д. В силу указанных причин достаточно высокая потенциальная опасность заражения различными ПОБ (клещевой весенне-летний энцефалит, туляремия, лептоспироз, геморрагическая лихорадка с почечным синдромом, на востоке - - клещевой риккетсиоз)

свойственна «средней полосе», включая южную тайгу, подтайгу и зону широколиственных лесов. В дальневосточной части последней известны, кроме того, очаги специфических только для этого региона клещевого японского энцефалита, лихорадки тсутсугамуши и гельминтозов.

С приближением к северной границе тайги по мере уменьшения плотности населения мышевидных грызунов и исчезновения иксодовых клещей потенциальная опасность заражения ПОБ ослабевает. Риск заболевания клещевым энцефалитом в средней тайге невелик, а в северной тайге полностью отсутствует. Вплоть до лесотундры возможны локальные очаги туляремии, лептоспи-роза. Вместе с тем в северной и средней тайге имеются предпосылки заболеваемости ПОБ, не относящимися к трансмиссивным и обусловленным прямыми контактами с животными (альвеококкоз, трихинеллез, токсоплазмоз). Зооантропонозы этой же группы (главным образом альвеококкоз, токсоплазмоз, тениаринхоз) типичны для тундры. Как в тайге, так и в Субарктике известны крупные приречные и приозерные очаги дифиллоботриоза и описторхоза.

В безлесных лесостепных и степных ландшафтах существуют иные предпосылки для формирования очагов ПОБ. Наибольшую потенциальную опасность представляют бешенство, лептоспироз, местами, особенно в Европейской части, - - туляремия, Ку-лихорадка, сибирская язва, крымская геморрагическая лихорадка, столбняк, в Сибири - - омская геморрагическая лихорадка, клещевой риккетсиоз, альвеококкоз. В полупустыне и пустыне известны очаги бешенства, сибирской язвы, местами — крымской геморрагической лихорадки, висцерального лейшманиоза (трансмиссивное заболевание, передаваемое человеку москитами от шакала и собаки), клещевых спирохетозов (также трансмиссивные заболевания; передаются человеку клещами, главным образом от песчанок).

В формировании природной экологической обстановки ряда районов немаловажную роль играют кровососущие двукрылые насекомые (гнус) - - комары, мошки, мокрецы и слепни. В тайге известно около 200 видов гнуса. Их видовое разнообразие, численность и активность возрастают с севера на юг. В арктической и типичной тундре присутствуют только комары и продолжительность периода их максимальной активности составляет не более 30 дней. Для тайги, подтайги, а также лесостепи типичны все четыре группы кровососущих двукрылых, а продолжительность периода их максимальной активности на юге данного пояса превышает 100 дней. Укусы этих насекомых не только оказывают раздражающее действие, но и могут вызвать интоксикацию организма, а в ряде случаев, как мы уже видели, служат причиной инфицирования ПОБ. Массовое нападение гнуса в тайге сильно снижает производительность труда на лесоразработках, в строительстве и т. д. и исключает возможность отдыха вне защищенных помещений.

Ядовитые животные встречаются среди представителей различных систематических групп, в том числе рыб и кишечнорастных, обитающих в морях. Из наземных животных на территории России наиболее опасны гадюки - обыкновенная, широко распространенная в лесных ландшафтах (за исключением севера Сибири и Приморья), и степная, которая характерна для степи и лесостепи до Алтая на востоке. Два вида щитомордников - палласов, или

обыкновенный, встречающийся на юге страны, и восточный, обитающий в Приамурье и Приморье, — менее ядовиты, чем гадюки; укусы их болезненны, но последствия проходят через 5-7 дней.

Наиболее обширную группу животных, относящихся к ядовитым, хотя и не представляющих большой опасности для здоровья человека, составляют многочисленные виды перепончатокрылых пчел, шмелей, шершней. Из ядовитых паукообразных, более типичных для южных, аридных территорий, в российских степях и полупустыне встречается тарантул; его укусы болезненны, но не опасны для человека.

4.3. Экологический потенциал ландшафта и его оценка

Каждый компонент или элемент ландшафта в отдельности, например климат в целом или только ветер, рельеф, биота и т. д., может служить объектом экологической оценки, имея в виду выяснение степени его позитивного или негативного влияния на жизнь людей. Однако значение того или иного природного фактора зависит от его сочетания с другими свойствами ландшафта. Нередко экологический эффект различных природных факторов оказывается противоположным и взаимоисключающим. Так, холод или безводие могут свести на нет благоприятные действия других компонентов ландшафта или даже выполнять лимитирующую экологическую функцию и обуславливать экстремальность природной среды. Поэтому оценка природных экологических факторов должна быть комплексной, т. е. охватывать всю их совокупность и взаимные связи, воплощаемые в понятии экологический потенциал ландшафтов (ЭПЛ).

О сущности ЭПЛ и сложности его оценки уже говорилось (§3.1). Всесторонняя характеристика ЭПЛ требует учета десятков или даже сотен показателей, но его сравнительная оценка должна основываться на немногих критериях, а именно на ведущих, или определяющих, экологических факторах. К таким факторам относятся экологически облигатные (обязательные), т. е. незаменимые и постоянно действующие качества ландшафта, отсутствие которых сводит ЭПЛ к нулю, поскольку без них невозможна жизнь вообще. Таковы прежде всего тепло и влага. Эти факторы имеют не только прямое экологическое значение, но от них зависят многие другие, как бы производные экологические свойства ландшафта, в том числе его биологическая продуктивность, биогеохимические условия, степень потенциальной опасности природно-очаговых заболеваний, различные стихийные природные явления и т. д. Поэтому для первичной сравнительной оценки и ранжирования ЭПЛ представляется необходимым принять некоторую условную меру количества и соотношения запасов тепла и влаги в ландшафте. Эмпирическим путем было установлено, что в качестве такой меры наиболее подходит индекс биологической эффективности климата TK , предложенный Н. Н. Ивановым, о котором уже упоминалось.

Напомним, что в этом безразмерном индексе T обозначает сумму средних суточных температур выше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, выраженную в сотнях градусов, K -

коэффициент увлажнения Высоцкого—Иванова, равный отношению годовой суммы осадков к годовому испарению. Условию оптимума атмосферного увлажнения соответствует $K=1$, при $K>1$ (т. е. осадки превышают испаряемость) увлажнение избыточное, при $K<1$ (осадки меньше испаряемости) - недостаточное. При расчетах TK в качестве предельной величины K принимается 1,0, увеличение K сверх этого предела (т. е. дальнейшее возрастание избыточного увлажнения) не оказывает положительного биологического эффекта. Так, допустим, в конкретном примере T равна 1720°C , осадки P составляют 750 мм в год, испаряемость $E = 500$ мм в год. В этом случае $K= 750/500 = 1,5$; $TK = 17-1 = 16$. Показатель TK синтезирует важнейшие климатические параметры - температуру воздуха, его влажность (учитываемую при расчетах испаряемости) и атмосферные осадки - и хорошо выражает общий экологический фон во всяком случае, для умеренных широт, где исключены экстремально жаркие условия. С величинами TK хорошо коррелируют другие важные показатели ЭПЛ, в том числе продолжительность комфортного периода, интенсивность биологического круговорота веществ и биологическая продуктивность. Изменчивость TK в пределах территории России показана на рис. 5. Путем группировки всех выделов «Ландшафтной карты СССР» масштаба 1:4 000 000 ландшафты России сведены в 7 обобщенных экологических групп и ранжированы в соответствии со шкалой TK (табл. 5).

Таблица 5. Экологический потенциал ландшафтов России

| Уровень ЭПЛ | TK | Типы ландшафтов |
|-------------------------|----------|--|
| 1. Наиболее высокий | Более 20 | Предсубтропические лесные северокавказские Широколиственно-лесные и степные предкавказские Широколиственно-лесные, лесостепные, подтаежные южные восточноевропейские |
| 2. Относительно высокий | 16-20 | Подтаежные восточноевропейские (без южных) Лесостепные западносибирские Степные типичные восточноевропейские Южнотаежные (кроме среднесибирских) |
| 3. Средний | 12-16 | Среднетаежные (кроме центральнокутских) Южнотаежные среднесибирские Степные типичные завожские и западносибирские Сухостепные восточноевропейские |
| 4. Низкий | 8-12 | Северотаежные (кроме восточносибирских) Среднетаежные центральнокутские Сухостепные сибирские Полупустынные |
| 5. Очень низкий | Менее 8 | Северотаежные восточносибирские Субарктические (лесотундровые и тундровые) Пустынные |
| 6. Экстремально низкий | 0 | Арктические |
| 7. Неоднородный | 0-20 | Горы с высотными поясами |

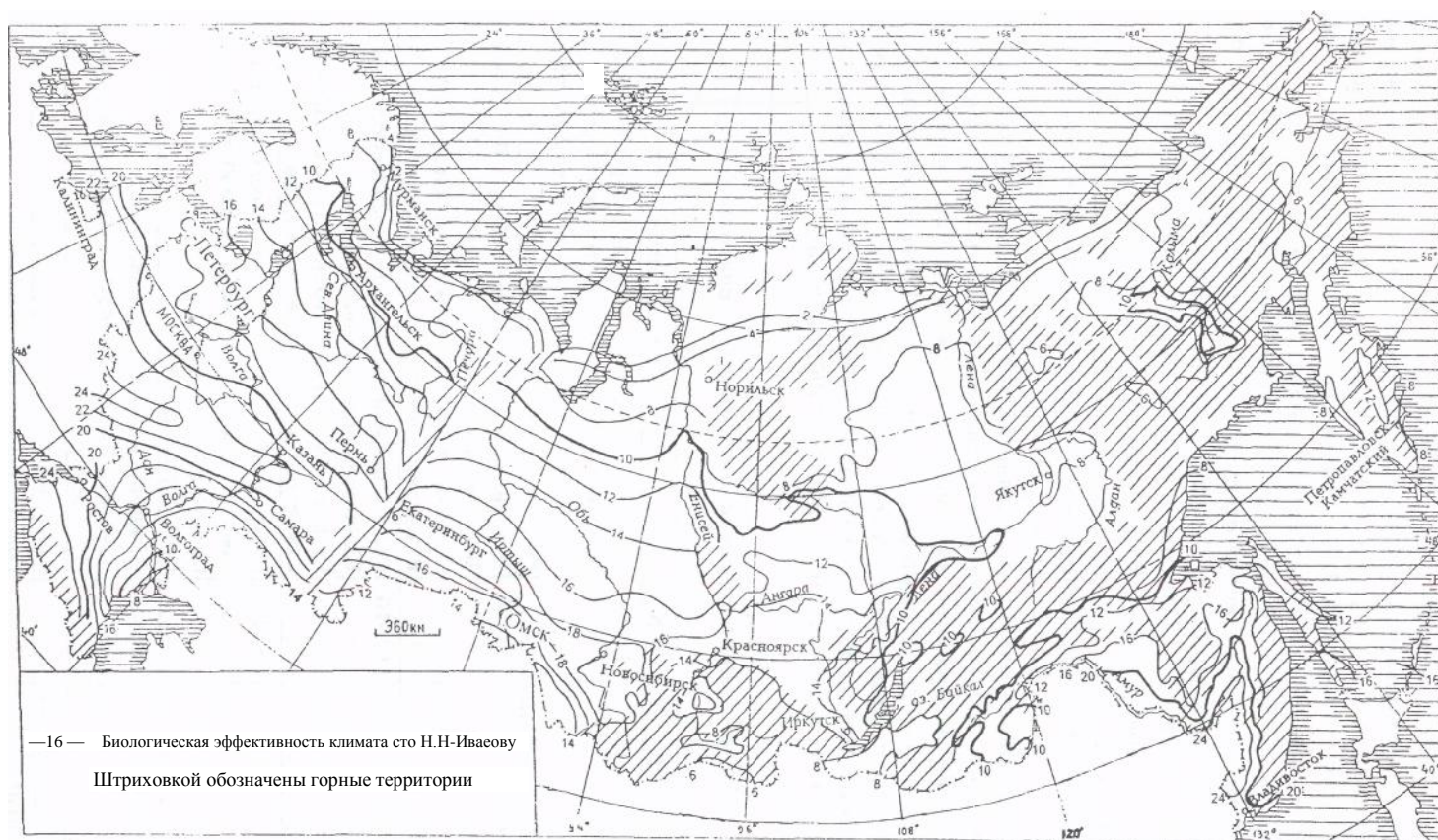


Рис. 5. Показатель биологической эффективности климата на территории России.

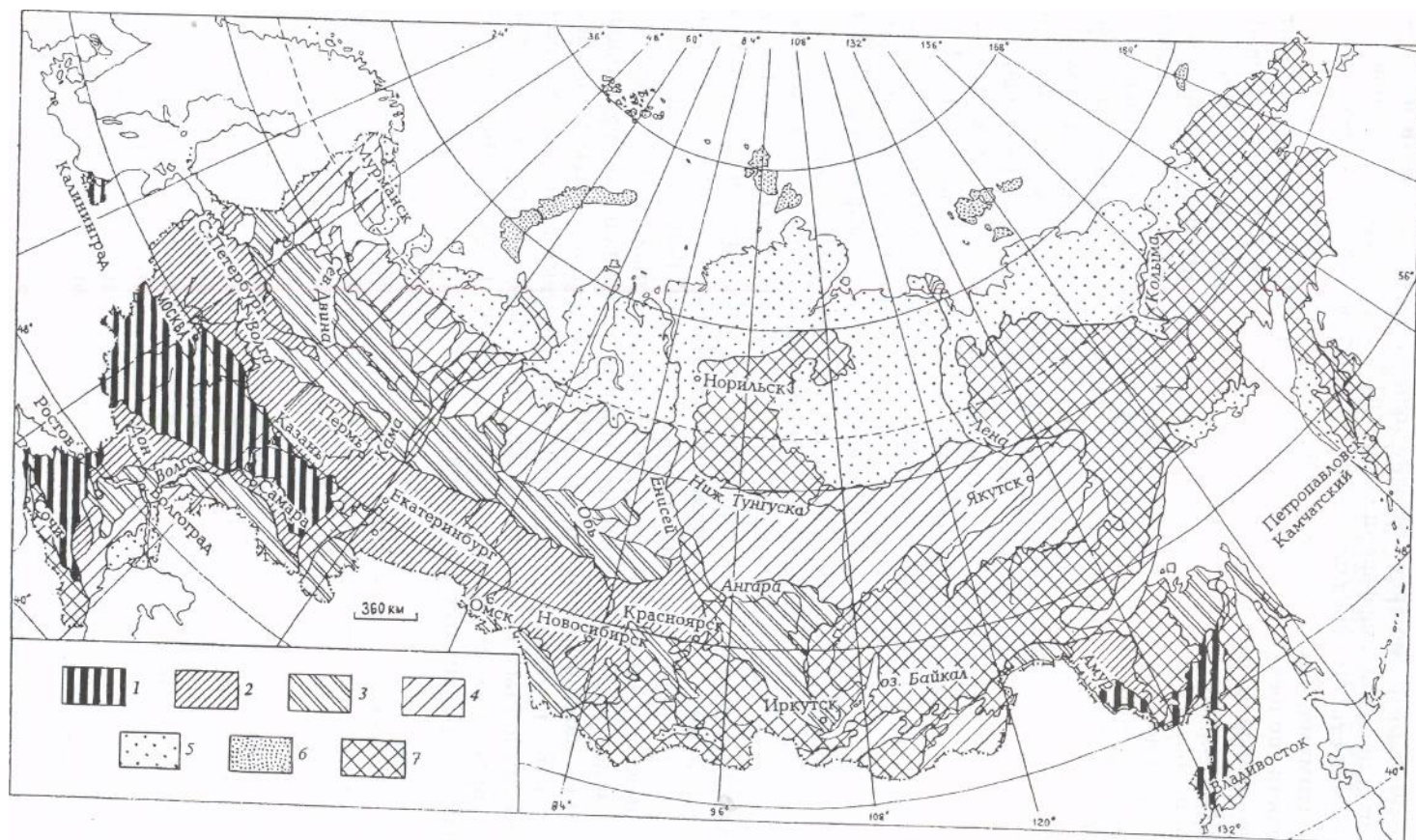


Рис. 6. Экологический потенциал ландшафтов России.
Объяснение условных обозначений см. в табл. 5.

На прилагаемой картосхеме (рис. 6) ясно прослеживаются основные закономерности территориальной дифференциации ЭПЛ - широтная зональность и долготная секторность. В пределах ЕТР хорошо выражена осевая зона экологического оптимума, где условия жизни населения можно считать комфортными («средняя полоса»), с величинами *ТК* 20-24, в которую входят широколиственно-лесные и лесостепные ландшафты. От этой полосы уровень ЭПЛ в Восточно-Европейском секторе снижается в широтном направлении как бы симметрично по обе стороны: к северу - по мере сокращения теплообеспеченности при избытке влаги, к югу - с уменьшением водообеспеченности при одновременном увеличении запасов тепла и усилении летнего температурного дискомфорта. Крайние ступени зонального ряда — арктические ландшафты на севере и пустынные на юге рассматриваются как экологически экстремальные или переходные к ним (последнее определение можно отнести к пустыням). В Предкавказье и на Северном Кавказе, где наблюдаются признаки перехода к субтропикам и увеличение как тепла, так и влагообеспеченности, индекс *ТК* достигает наивысших в стране значений (24-42) и образуется второй территориальный массив экологического оптимума.

Схема, описанная для ЕТР, в общих чертах повторяется в других секторах Северной Евразии, но с усилением континентальности формирование ЭПЛ в одних и тех же ландшафтных зонах происходит на более низком уровне тепло- и влагообеспеченности. Так, в Западной Сибири полосе экологического оптимума ЕТР соответствует лесостепная зона, в которой индекс *ТК* снижается до 18—20 и уровень ЭПЛ может быть определен как относительно высокий, а условия жизни населения -- как прекомфортные. Наиболее низкие зональные уровни ЭПЛ, как правило, наблюдаются в Восточно-Сибирском секторе; с переходом к Дальневосточному сектору они вновь повышаются (см. рис. 6).

Отмеченные закономерности наиболее типично выражены в равнинных ландшафтах. Горные ландшафты при оценке ЭПЛ должны выделяться в особый класс и ранжироваться отдельно с учетом зонально-секторного положения, высотных и экспозиционных контрастов тепло- и влагообеспеченности, а кроме того, специфики присущих им экологических функций, в частности интенсивности стихийных деструктивных процессов.

5. ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАССЕЛЕНИЯ И ОСВОЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ

Реакции человека на воздействия природных экологических факторов чрезвычайно многообразны, и жизнь людей в определенной степени подчинена географическим закономерностям. Современная наука в значительной мере подтвердила справедливость суждений Докучаева. Специальные исследования посвящены географическим закономерностям в рационе питания населения, гигиене одежды и жилища.

К особой сфере научных исследований относятся зональные патологии человека (§4.1). Известно, что коренное население лучше приспособлено к местным неблагоприятным свойствам природной среды, чем переселенцы. У пришлого населения в необычных ландшафтно-экологических условиях наблюдаются нарушения физиологических функций организма. Приспособления к новым условиям требуют большого напряжения адаптационных систем и более или менее значительного времени, однако полная адаптация к новым условиям практически невозможна. Происходящие при этом изменения в организме не передаются по наследству. У коренных жителей в течение многих тысячелетий в процессе приспособления к природной среде выработались устойчивые морфологические и физиологические признаки, закрепленные в наследственном коде. В результате сложились адаптивные типы человека, причем сходные приспособительные признаки обнаруживаются у людей, живущих в аналогичных зональных условиях, независимо от расовых или этнических различий¹. Таким образом, человек как биологический вид *Homo sapiens* обнаруживает определенную эколого-географическую дифференциацию. Эта дифференциация наиболее четко проявляется в коренном населении ландшафтных зон с различным экологическим потенциалом, особенно в экстремально холодных и жарких, сухих и влажных условиях.

Затронутые выше вопросы относятся преимущественно к сфере экологии человека, или антропоэкологии. Более непосредственное отношение к географии имеют проблемы расселения в тесной связи с хозяйственным освоением ландшафтов и происходящие при этом процессы взаимодействия человека с природной средой. Особенно важно подчеркнуть, что только при изучении этих взаимодействий выявляются обратные связи, т. е. активное антропогенное воздействие на ландшафты.

Сложившаяся демографическая ситуация в пределах конкретной территории есть результат исторического процесса, в ходе которого переплеталось влияние на расселение природных и социально-экономических факторов. Последние могут определять, например, возникновение очагов урбанизации в экстремальных экологических условиях, если это диктуется экономическими, геополитическими или военно-стратегическими интересами. Из природных факторов на заселение территории большое влияние оказывает природно-ре-

¹ Алексеева Т. И. Географическая среда и биология человека. М., 1997.

сурсный (производственный) потенциал ландшафта, который по своему уровню далеко не всегда совпадает с ЭПЛ. Тем не менее, если проанализировать территориальную изменчивость различных демографических показателей не по традиционному политико-административному делению, а по природно-ландшафтному, то зависимость расселения от ЭПЛ выявляется с достаточной определенностью.

Пересчет данных о численности населения России, согласно материалам переписи населения СССР 1989 г., по семи укрупненным экологическим группам ландшафтов (см. табл. 5, рис. 6) достаточно убедительно свидетельствует о прямой связи плотности населения с ЭПЛ (табл. 6).

Таблица 6. Размещение населения по ландшафтам с различным уровнем экологического потенциала

| Уровень ЭПЛ (группы ландшафтных мезорегионов) | Площадь | | Население | | Плотность населения, чел. /км |
|---|---------|-----------|-----------|----------|-------------------------------------|
| | % | тыс. чел. | % | чел. /км | |
| Наиболее высокий | 1087 | 6,4 | 65838 | 44,7 | 60,6 |
| Относительно высокий | 2373 | 13,9 | 52546 | 35,6 | 22,1 |
| Средний | 1949 | 11,4 | 12860 | 8,7 | 6,6 |
| Низкий | 2945 | 17,2 | 6980 | 4,7 | 2,4 |
| Очень низкий | 3608 | 21,1 | 3234 | 2,2 | 0,9 |
| Экстремально низкий | 98 | 0,6 | - | - | - |
| Горные ландшафты | 5015 | 29,4 | 5942 | 4,0 | 1,2 |
| Россия в целом | 17075 | 100 | 147400 | 100 | 8,6 |

Из табл. 6 следует, что с каждым переходом от высшей ступени ЭПЛ к низшей плотность населения уменьшается примерно в три раза, а различие в величине этого показателя между крайними ступенями шкалы (не считая шестой, где постоянное население отсутствует) близко к двум порядкам. Пожалуй, наиболее резкий контраст обнаруживается между двумя неравными частями территории России. Первая, охватывающая ландшафты с наиболее высоким и относительно высоким ЭПЛ, занимает лишь 1/5 площади страны, но на ней проживает более 4/5 населения; средняя плотность составляет 34,2 чел./км², что в четыре раза выше, чем средняя для всей страны (8,6 чел./км²). Вся остальная территория, включая и горные ландшафты, заселена крайне слабо, средняя плотность равна 2,1 чел./км², т. е. в четыре раза ниже средней для России.

Приведенные цифры, разумеется, дают сильно генерализованную картину, которая может быть существенно детализирована с переходом на последующие уровни ландшафтной дифференциации, а также на отдельный анализ размещения городского и сельского населения. В табл. 7 приводятся расчеты размещения населения по ландшафтным зонам и долготным секторам (без учета горных территорий). Ограничимся лишь некоторыми выводами из мак-рорегионального ландшафтно-демографического анализа.

Таблица 7. Плотность населения равнинных ландшафтов в различных зонах и секторах

| Зона (подзона) | Сектор | | | | | |
|------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------------------|----------------------|
| | Восточно-Европейский | Предкавказский | Западно-Сибирский | Среднесибирский | Восточно-Сибирский и Южно-Сибирский | Дальневосточный |
| Субарктическая | 3,0 0,2 2,8 | | 1,0 0,1 0,9 | 0,020 0,016 0,004 | 0,10 0,02 0,08 | 0,25 0,08 0,17 |
| Северотаежная | 3,9 0,6 3,4 | | 0,8 0,2 0,6 | 0,07 0,01 0,06 | 0,21 0,07 0,14 | |
| Среднетаежная | 4,3 1,5 2,8 | | 2,5 0,3 2,2 | 0,20 0,06 0,14 | 0,92 0,43 0,49 | 1,8 0,7 1,1 |
| Южнотаежная | 28,5 5,0 23,5 | | 2,5 1,0 1,5 | 3,5 1,0 2,5 | | 1,9 0,6 1,3 |
| Подтаежная | 63,2 10,4 52,8 | | 25,2 5,4 19,8 | 29,6 5,1 24,5 | | 18,2 2,6 15,6 |
| Широколиственно-лесная | 51,5 14,6 37,0 | 64,8 23,9 40,1 | | | | 15,9 6,0 9,9 |
| Лесостепная | 38,6 14,7 23,9 | | 31,2 6,9 24,3 | 6,8 3,1 3,7 | | |
| Северостепная | 47,5 12,4 34,9 | 78,5 37,0 41,5 | 21,2 7,2 14,0 | | | |
| Среднестепная | 20,1 7,7 12,4 | 14,8 8,1 6,7 | | 12,2 3,8 8,4 | 7,8 2,6 5,2 | |
| Южнестепная | 14,9 6,2 8,7 | 62,1 24,9 37,2 | 30,0 9,2 20,9 | | | |
| Полупустынная | 13,2 4,2 9,0 | | | | | |
| Пустынная | 21,9 6,1 15,8 | | | | | |

Примечание. Верхняя цифра — плотность всего населения, средняя — сельского населения, нижняя — городского.

Прежде всего, надо заметить, что несмотря на динамизм демографических процессов, межрегиональные миграции, отток сельского населения в города и т. д., существует устойчивая зависимость размещения населения от ландшафт-но-зональной и секторной дифференциации территории. Отчетливо прослеживается зона наибольшей концентрации населения -- «средняя полоса», совпадающая в ЕТР с подтайгой и широколиственно-лесной зоной (рис. 7). Отсюда плотность населения строго зонально снижается - более резко к северу и более плавно к югу. В Предкавказье и предсубтропиках Причерноморья формируется второй максимум -- в точном соответствии с увеличением ЭПЛ. К востоку от Урала мы наблюдаем ту же зональную закономерность, но на более низком и скачкообразно снижающемся от сектора к сектору уровне. При этом зона максимальной заселенности сдвигается к югу, а самая южная часть зонального ряда выпадает. Все это также соответствует закономерным изменениям ЭПЛ.

Далее, можно сделать вывод, что при одинаковом уровне ЭПЛ ландшафты с недостатком тепла менее заселены, чем ландшафты с недостатком влаги. Указанная закономерность наблюдается при сравнении соответствующих типов ландшафтов одной и той же экологической группы, например среднетаежных и сухостепных, северотаежных и полупустынных и в особенности субарктических и пустынных. Причину следует видеть в более высоком агроресурсном потенциале субаридных и аридных ландшафтов, несмотря на дефицит влаги, с которым легче бороться, чем с дефицитом тепла.

Территориальные (в том числе зональные) изменения в плотности сельского населения происходят более плавно, чем городского (рис. 8). При этом роль ЭПЛ проявляется достаточно четко, но одновременно сказывается тесная связь сельского расселения с агроресурсным потенциалом ландшафта, что выражается в некотором сдвиге максимума плотности к югу. Среди ландшафтов страны по густоте сельского населения выделяются предкавказские степи (37 чел./км²), что согласуется и с экологическими, и в особенности с агро-производственными качествами этих ландшафтов. За ними следует зона основного экологического оптимума - широколиственно-лесные и лесостепные ландшафты Русской равнины, которым несколько уступают северостепные ландшафты. С переходом к подтайге и далее к тайге плотность сельского населения существенно снижается. То же наблюдается и в восточном направлении, но в степной зоне секторные различия выражены менее резко, чем в таежной (см. табл. 7).

Урбанизация, казалось бы, должна менее зависеть от ЭПЛ, чем сельское расселение. Однако из расчетов, основанных на системе ландшафтных регионов, природные закономерности в урбанизации проступают со всей очевидностью (рис. 9). В ландшафтах с наиболее высоким ЭПЛ (группа 1) расположена половина городов страны с населением более 100 тыс. чел., а на весь пояс экологического оптимума (группы 1 и 2) приходится 78% таких городов. В зонах низкого и очень низкого ЭПЛ крупные города единичны и возникли они не под влиянием экологических условий, а в сущности, вопреки им. Если в зоне наиболее высокого ЭПЛ на 100 тыс. км² площади приходится 7,4 городских поселения с числом жителей более 100 тыс. чел., то в зоне

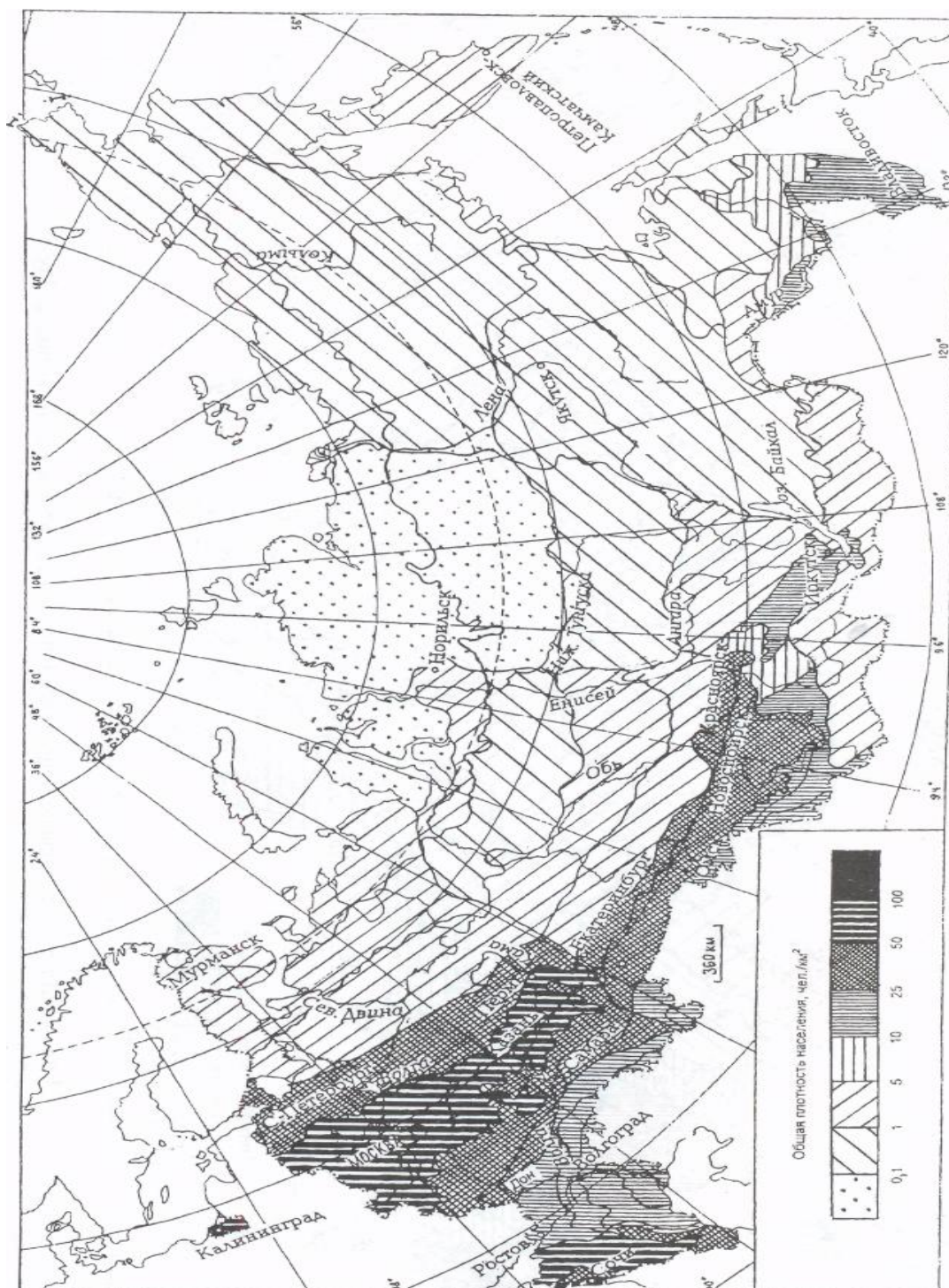


Рис. 7. Общая плотность населения по ландшафтным макрорегионам России.

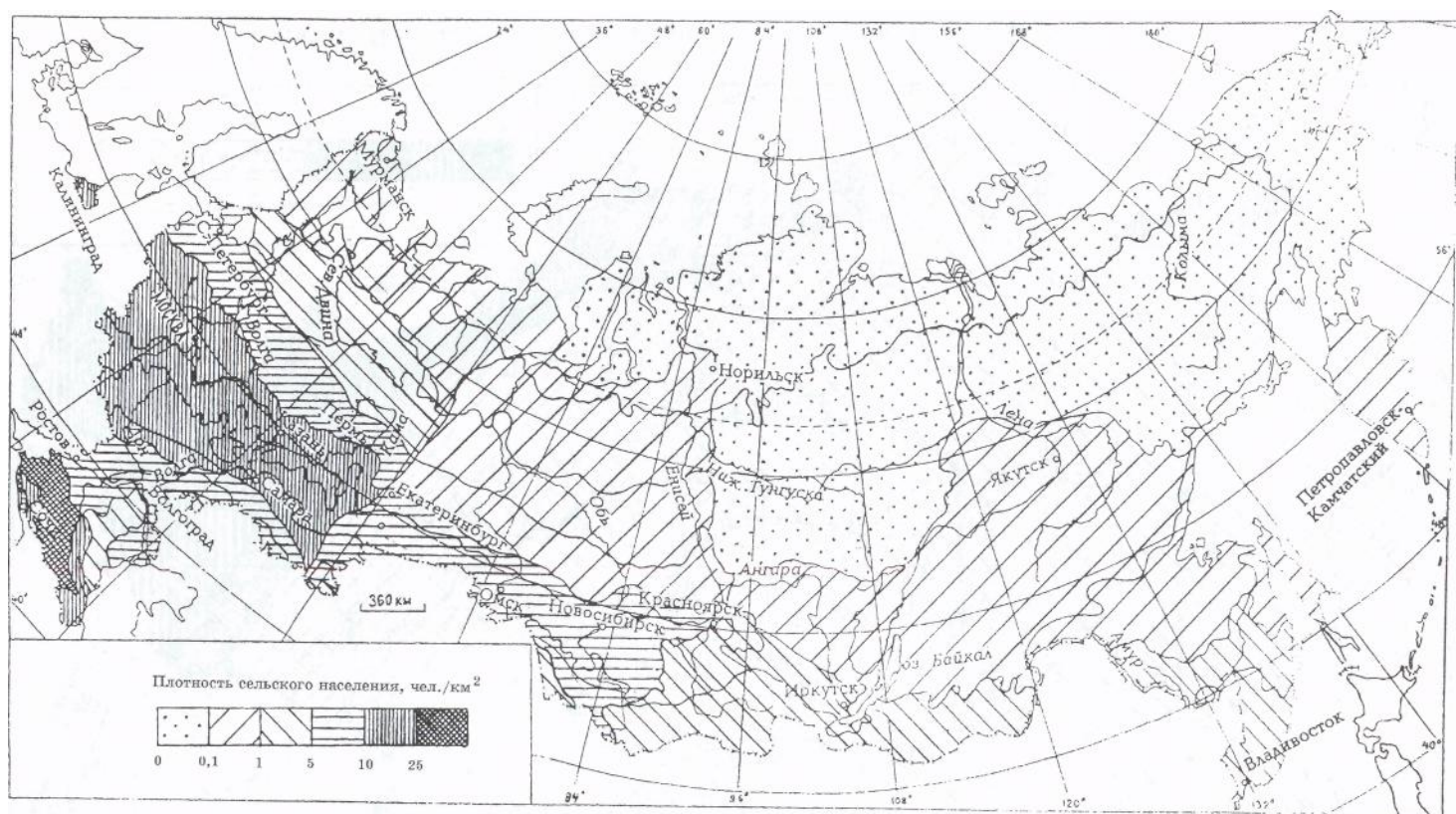


Рис. 8. Плотность сельского населения по ландшафтным макрорегионам России.

относительно высокого ЭПЛ -- 2,1, среднего -- 1,1, низкого -- 0,3, очень низкого -- 0,2.

Обращаясь к табл. 7, нетрудно заметить, что полоса максимальной урбанизованности со средней плотностью городского населения более 50 чел./км² совпадает с зоной восточноевропейской подтайги. Отсюда рассматриваемый показатель снижается к северу и к югу, образуя «всплеск» в Предкавказье. В Западной Сибири ось урбанизации приурочена к лесостепи, уровень урбанизованности заметно снижается. Далее к востоку основные очаги урбанизации расположены в подтайге и дальневосточной широколиственно-лесной зоне. Таким образом, в размещении городского населения наблюдаются те же макрогеографические закономерности, что и в размещении сельского. Наиболее заметное различие -- сдвиг «оси урбанизации» в ЕТР к северу. Положение этой оси подчеркивается размещением крупнейших городов и агломераций почти по одной линии в узкой полосе 55-56° с.ш., примерно совпадающей с северной границей пояса главного экологического оптимума.

При ландшафтно-демографическом анализе на мезорегиональном уровне, а именно по ландшафтным провинциям и подпровинциям, выявляются существенные внутризональные различия и своего рода демографические аномалии, легко объяснимые в каждом конкретном случае (к наиболее ярким примерам можно отнести С.-Петербург, Воркуту, Норильск и др.).

Расселение людей и хозяйственное освоение территории -- две стороны единого исторического процесса, в котором следует различать еще одну составляющую, а именно трансформацию природных ландшафтов под влиянием человеческой деятельности. К сожалению, традиционное представление об освоении территории имеет односторонний утилитарно-экономический характер, что особенно проявляется в оценке степени освоенности территории. Так, И. В. Канцеговская и Т. Г. Рунова² приняли в качестве критериев оценки уровня освоенности территории СССР затраты на освоение, объемы производства, национальный доход; практически при этом использованы показатели стоимости основных фондов и валовой продукции на единицу площади. Подобный подход приводит к парадоксальным результатам, когда к наивысшему уровню освоения относят территории, покрытые асфальтом и бетоном или усеянные отвалами и терриконами, где ландшафт лишен своей основной -производительной - - социальной функции. Представляется, что при оценке уровня или степени освоенности территории нельзя обойтись без критерия эффективности в тесной связи с учетом производительных функций ландшафта.

Исходя из сказанного, главным критерием уровня, или интенсивности, освоения территории следует считать эффективность воспроизводства естественных ресурсов, и прежде всего биологических, а к наиболее освоенным территориям относить обрабатываемые площади с применением технологий, позволяющих достичь максимальной продуктивности при наименьших затратах и минимальном экологическом ущербе. При оценке освоенности территории в региональных масштабах важнейшим показателем должна служить доля обрабатываемых земель в общей площади региона.

² См.: Ресурсы, среда, расселение / Под ред. И. В. Комара. М., 1974. С. 118-127.

В пределах ландшафта, а тем более геосистем мезо- и макрорегионального уровней, как правило, наблюдается сочетание различных типов и ступеней хозяйственного освоения. При этом те или иные формы освоения и соответствующие им типы использования земель могут приобретать доминирующее значение, занимая наибольшие площади, и рассматриваются как фоновые. Другие типы, играющие подчиненную роль, часто распространены фрагментарно и имеют очаговый характер.

Рассматривая показатели хозяйственной освоенности страны по пяти укрупненным экологическим группам ландшафтов (без Арктики), можно установить в самых общих чертах зависимость интенсивности освоения от ЭПЛ. Так, в группе ландшафтов с наиболее высоким ЭПЛ средняя распаханность составляет 54%, с относительно высоким — 16%, средним -- 10%, низким -2%, очень низким -- 0,1%. Эта сильно генерализованная схема значительно детализируется и конкретизируется с переходом на уровень зонально-секторных типов ландшафтов, представленных в табл. 7 и на рис. 10.

Если принять предложенные критерии, то будет нетрудно констатировать, что наиболее высокий уровень освоенности присущ ландшафтам степного Предкавказья и восточноевропейской лесостепи, которые приурочены к зоне экологического оптимума. Здесь наблюдается наивысшая распаханность 60-70%, абсолютно преобладающий (фоновый) тип освоенности -- интенсивный земледельческий. В структуре сельского хозяйства существенное значение имеет также животноводство, но оно основывается не на использовании природных кормовых угодий, доля которых в общей площади не превышает 5-10%, а на полевом кормодобытии. Высокая сельскохозяйственная освоенность сочетается со значительной плотностью населения и урбанизованностью, наличием промышленных очагов. Восточноевропейская зона широколиственных лесов по типу и уровню освоенности во многом близка к лесостепи. Распаханность несколько снижается, но обрабатываемые земли еще занимают не менее 40-50% всей площади и сохраняют значение фонового типа использования земель. Вместе с тем увеличивается урбанизованность и возрастает доля непродуктивных (индустриальных) форм освоения. Остатки лесов (в разной степени нарушенных) занимают не более 20-30% площади, а чаще всего лишь 5-10%.

По мере увеличения дефицита тепла в широтно-зональном, а также долготно-секторном направлениях происходит довольно резкое сокращение уровня земледельческой освоенности ландшафтов и фоновое значение начинают приобретать иные, все более экстенсивные формы освоения и использования земель. Уже в ландшафтах восточноевропейской подтайги, принадлежащих к полосе относительно высокого экологического потенциала и близких к оптимальным условиям обитания, распаханность сокращается до 40-25%, а в южной тайге она в среднем близка к 12%. Сплошное земледельческое освоение постепенно переходит в очаговое, а фоновое значение приобретают лесные угодья, преимущественно малопродуктивные. От 30 до 50-60% общей площади приходится на сильно нарушенные и производные леса - результат длительного и нерационального лесопользования и выборочного, с низкой эффективностью, сельскохозяйственного освоения (значительные площади производных

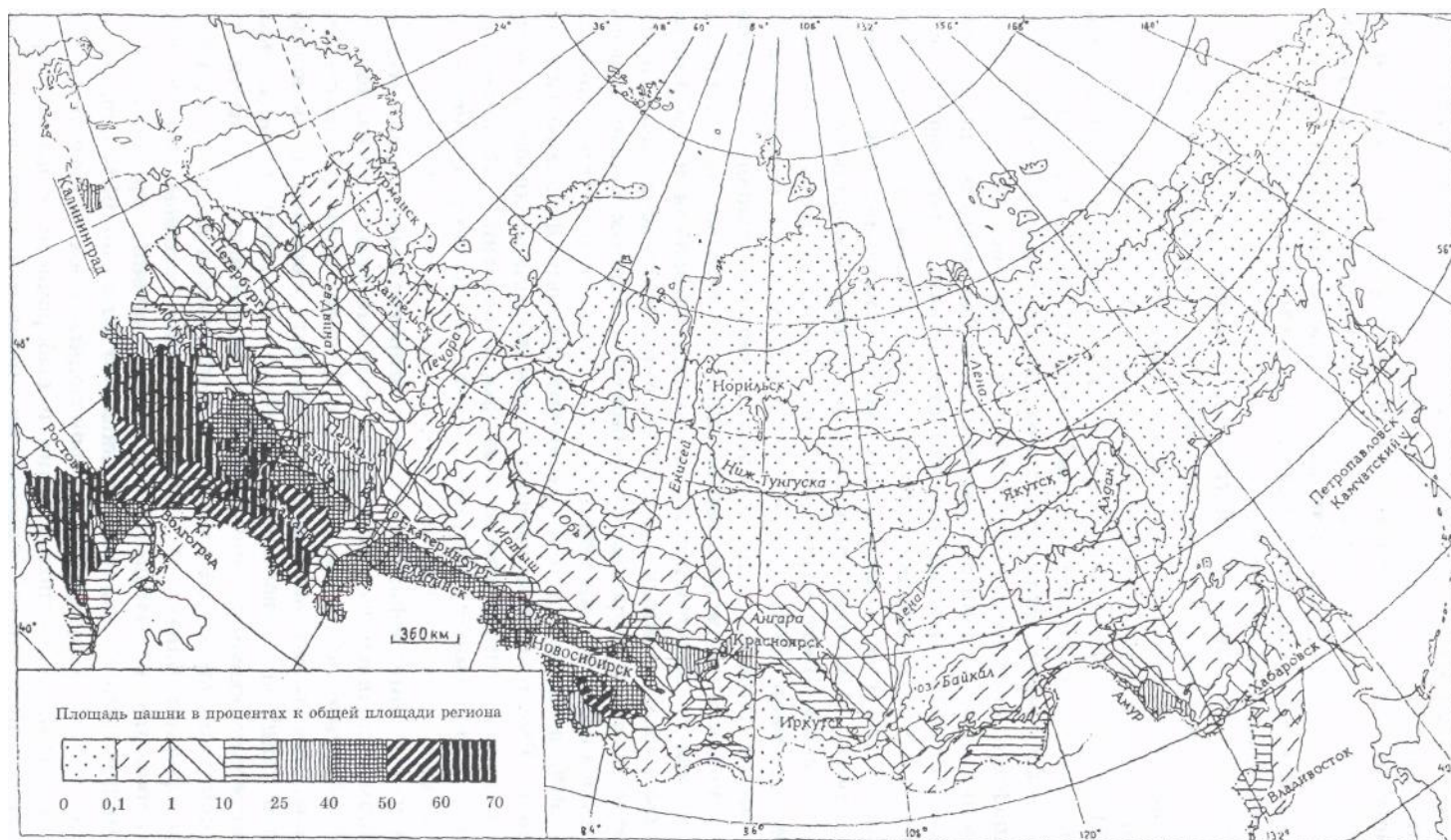


Рис. 10. Распаханность территории по ландшафтным мезорегионам России.

лесов образовались на месте заброшенных пашен и лугов). В то же время нельзя не отметить высокую урбанизованность и «насыщенность» территории объектами вторичного индустриального освоения (в том числе такими специфическими, как водохранилища).

Для среднего уровня экологического потенциала с низкой теплообеспеченностью и гипокомфортными условиями проживания типичны среднетаежные и отчасти (в Сибири) южнотаежные ландшафты. Земледелие имеет здесь очаговый характер. Участие обрабатываемых угодий в земельном фонде измеряется десятками долями процента и лишь на Русской равнине несколько выше 1%. Земледелие ориентировано в основном на обслуживание животноводства, поскольку при недостатке тепла наиболее эффективными культурами оказываются кормовые травы. Основной тип освоения определяется наличием лесных ресурсов. Здесь располагаются главные лесосырьевые базы страны. Однако лесопромышленное освоение нельзя считать фоновым, так как оно имеет выборочный характер, диктуемый возможностями доступа к лесным массивам и транспортировки заготавливаемой древесины. Типичной для этих ландшафтов экстенсивной формой освоения следует считать охотничье-промысловую. Дисперсные, преимущественно мелкие и средние промышленные очаги связаны главным образом с добычей и переработкой минерального сырья.

Низкому экологическому потенциалу с резким недостатком тепла и малоблагоприятными (дискомфортными) условиями обитания соответствуют ландшафты северной, а на востоке также средней тайги. Значительная часть занимаемой ими территории (в том числе с огромными болотными системами) практически остается неосвоенной. Низкая продуктивность лесов и их труднодоступность из-за неразвитости транспортной сети ограничивают лесопромышленное использование территории. Земледелие в открытом грунте возможно в особо благоприятных локальных местоположениях. Столь же локальный характер имеет использование пойменных лугов. Крайне слабая освоенность территории связана главным образом с традиционными экстенсивными отраслями - охотой и рыболовством, а в некоторых районах - с лесным пастбищным оленеводством. Отдельные очаги промышленного освоения приурочены к месторождениям минеральных ресурсов.

Экстенсивный характер освоения типичен для ландшафтов Субарктики с их крайне низким экологическим потенциалом и условиями, близкими к экстремальным. Специфика освоения определяется здесь наличием природных кормовых угодий для оленеводства; подчиненное значение имеют охотничий промысел и рыболовство. Оленьи пастбища занимают до 70—80% площади, однако вследствие крайне низкой продуктивности эффективность их использования невелика. Очаговое промышленное освоение связано с разработкой минеральных ресурсов.

Территориальные изменения ЭПЛ в сторону снижения его уровня по мере прогрессирующего усиления водного дефицита проявляются в освоенности территории по-иному. Напомним, что недостаток атмосферной влаги до определенных пределов меньше препятствует заселению и освоению территории, чем недостаток тепла. Типичные степные (северо- и среднестепные) ландшафты, относящиеся преимущественно к категории прекомфортных, с относительно

высоким экологическим потенциалом, по уровню сельскохозяйственной освоенности почти не уступают ландшафтам Предкавказья и восточноевропейской лесостепи. Распаханность достигает здесь 50-70%, но вместе с тем повышается до 10-20% доля природных кормовых угодий. С переходом к сухим степям соотношение пахотных и пастбищных угодий еще более изменяется в пользу последних (соответственно 20-30 и 30-50%), а в полупустынных и пустынных ландшафтах естественные пастбища становятся доминирующим (фоновым) типом использования земель, занимающим 70-75% всей площади. Здесь мы наблюдаем своего рода конвергенцию между двумя «полюсами» оси удаления от экологического оптимума: сходство типов освоения в экстремально холодных и экстремально сухих ландшафтах, а именно господство экстенсивного пастбищного скотоводства за счет использования низкопродуктивных природных кормовых угодий (хотя в одном случае это оленеводство, а в другом овцеводство). Очаги промышленности и урбанизации в степных ландшафтах распространены повсеместно, но неравномерно; в отдельных случаях (русская часть Донбасса) индустриальный тип освоения приобретает характер, близкий к фоновому.

Таким образом, направленность хозяйственного освоения территории изначально предопределяется естественными условиями жизни и хозяйственной деятельности людей, т. е. экологическим и ресурсным потенциалом ландшафта. Размещение основных типов освоенности территории подчинено географическим закономерностям. Можно говорить об осевой зоне освоения, которая близка к «оси расселения» и к зоне экологического оптимума. Как известно, экологический и агроресурсный оптимумы территориально не вполне совпадают. Наиболее благоприятные условия для развития земледелия по фактору почвенного плодородия соответствуют области распространения черноземов, т. е. лесостепи и типичной (северной и средней) степи. В зоне широколиственных лесов значительное снижение почвенного плодородия компенсируется более обильным и устойчивым увлажнением. Осевой частью всего этого основного массива освоения оказывается лесостепь, расположенная в зоне перекрытия экологического и биоресурсного оптимумов. Аналогичное место в территориальной структуре хозяйственного освоения страны занимают расположенные обособленно предкавказские степи.

6. АНТРОПОГЕННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЛАНДШАФТЫ И ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

6.1. Основные формы антропогенного воздействия на природную среду

Всякая хозяйственная деятельность сопровождается вмешательством в нормальное функционирование природных геосистем. Формы хозяйственной деятельности, соответствующие им типы использования земель и природных ресурсов, а вместе с тем и антропогенных воздействий на ландшафты делятся на две главные группы. Первая из них, исторически более ранняя, охватывает доиндустриальные, традиционные формы деятельности, т. е. первичные, или добывающие, отрасли хозяйства. Это прежде всего отрасли, основанные на использовании биоресурсного потенциала ландшафта, — собирательство, охотничий промысел, рыболовство, лесной промысел, пастбищное животноводство, земледелие. Все доиндустриальные формы хозяйственной деятельности непосредственно приурочены к местным источникам природных ресурсов. Эксплуатация биологического потенциала ландшафта требует больших площадей, поэтому доиндустриальным типам использования земель, как традиционным экстенсивным, так и более интенсивному земледельческому, присущи широкие площадные масштабы, приобретающие нередко фоновое значение для целых ландшафтных зон.

Антропогенные воздействия, связанные с доиндустриальными формами хозяйства (далее будем условно именовать их воздействиями первого типа), затрагивают в первую очередь непосредственно биоту, затем также почву, но в той или иной мере передаются другим компонентам ландшафта. Хозяйственное использование земель в этих случаях накладывает заметный отпечаток на ландшафты, но происходящие в них изменения имеют преимущественно обратимый характер. Хозяйственные угодья, связанные с эксплуатацией биологических ресурсов — лесные, пастбищные, пахотные, — неустойчивы и после прекращения антропогенной нагрузки рано или поздно возвращаются в состояние, близкое к исходному.

Что касается экологических последствий антропогенных воздействий первого типа, то они не затрагивают важнейшие естественные условия жизни, коренного изменения ЭПЛ не происходит. Но качество жизненной среды может в той или иной степени снизиться из-за обезлесивания, ухудшения местного климата и эстетических качеств ландшафта, распространения полевых и си-нантропных грызунов, возникновения очагов зооантропонозов. Различным до-индустриальным формам хозяйственной деятельности, естественно, присущи свои особенности в характере антропогенных воздействий.

Непосредственными следствиями **охотничьего промысла** уже с древних времен явились сокращение ареалов и даже полное истребление некоторых видов животных. Например, в России хищнический промысел соболя привел

к значительному уменьшению его численности, а к началу XX в. он сохранился лишь в немногих отдаленных районах; почти повсеместно был истреблен бобр. В советское время практически был восстановлен ареал соболя; во многих лесных ландшафтах реакклиматизирован бобр, акклиматизированы американская норка, енотовидная собака, ондатра. В настоящее время в России около 70 видов млекопитающих и десятки видов птиц являются объектами промысловой и любительской охоты. В последнем десятилетии XX в. резко усилилось браконьерство, нелегальная охота приобрела криминально-истребительный характер. Бесконтрольный и хищнический промысел ведет к нарушению нормальных отношений в биоценозах. Помимо прямого истребления животное население подвергается косвенному воздействию человеческой деятельности, нарушающей и уничтожающей местообитания животных (вырубка лесов, распашка степей, осушение болот и т. п.).

Пастбищное животноводство -- традиционная экстенсивная форма хозяйства, типичная для аридных и субаридных ландшафтов, где ее воздействие приобретает фоновый характер. Нагрузка на естественные кормовые угодья местами превышает допустимую в 1,5-2 раза. Их длительное нерациональное использование ведет к опустыниванию растительного покрова: кормовые злаки вытесняются пустынными полукустарничками, уменьшается сомкнутость покрова. Механическое воздействие выпаса на почву создает предпосылки для развития дефляции, расширения площадей незакрепленных и полукрепленных песков.

В Субарктике фоновым типом использования земель являются оленьи пастбища. Их перегрузка ведет к быстрой деградации растительного покрова. Ягельники сменяются сначала травяными сообществами, а затем моховым покровом и тундровыми кустарничками. На выбитых участках сокращается численность леммингов, а вслед за ними главных объектов промысла • песцов. В прошлом для расширения оленьих пастбищ нередко практиковалось выжигание предтундровых редколесий, последствием чего оказывалось нарушение теплового равновесия в мерзлом почвогрунте, образование бугров и термокарстовых впадин.

Земледельческое освоение территории осуществлялось в основном за счет уничтожения лесной и степной растительности. На территории современной России историческое ядро земледельческого освоения возникло в подтаежной зоне, а отсюда оно распространялось как к северу - в тайгу, так и к югу, все более интенсивно захватывая широколиственно-лесные, лесостепные и степные ландшафты. Первым, непосредственным следствием распространения земледелия явилось исчезновение естественных биоценозов на обширных площадях. В зоне восточноевропейских широколиственных лесов сохранилось не более 1/5 лесопокрытой площади, в подтайге - около половины. В средней и особенно северной тайге, где земледелие имеет очаговый характер, обезлесение затронуло значительно меньшие площади. Что же касается степной растительности, то от нее почти ничего не осталось.

В процессе земледельческого освоения ландшафтов постоянному прямому воздействию подвергается почва. Механические нагрузки и регулярное изъятие

элементов минерального питания с урожаем неизбежно приводят к ухудшению структуры почвы, ее физико-химических свойств и потере плодородия. Прimitивная подсечно-огневая система земледелия, при которой пашня на месте леса после нескольких лет использования забрасывалась и вновь зарастала древесной растительностью, создавала относительно небольшую нагрузку на геосистемы. Переход к трехпольной системе при хроническом недостатке удобрений способствовал деградации почв. Современное интенсивное земледелие с травопольными севооборотами, механизацией и химизацией еще более увеличивает нагрузку на почву и ландшафты в целом. К настоящему времени содержание гумуса в черноземах Русской равнины уменьшилось на 2-3%, а в некоторых районах --на 6% и более; запасы гумуса сократились примерно на 1/3. Распашка, как правило, разрушает естественную структуру почвы, в связи с чем уменьшается ее водопроницаемость и водоудерживающая способность. Это, в свою очередь, влечет за собой усиление поверхностного стока и создает предпосылки для плоскостного смыва и линейной эрозии, усугубляемые отсутствием естественного растительного покрова.

К 1990 г. площадь эродированных почв в России достигла 53,6 млн. га (что составляет 24% площади сельскохозяйственных угодий), ежегодно увеличиваясь на 0,4-1,5 млн. га. В южной половине Русской равнины к эрозионно-опасным землям относится 50-80% сельскохозяйственных угодий. Для возвышенных районов этой полосы типична овражная эрозия; густота оврагов достигает 0,5 км/км и более. Ежегодно площадь, занятая в России оврагами, увеличивается на 80-100 тыс. га. Сельскохозяйственной эрозии сопутствуют заиливание и эвтрофикация водоемов, обмеление рек. В последние годы возникли предпосылки к интенсификации этих процессов: практически прекратилось строительство противоэрозионных гидротехнических сооружений, резко сократились посадки лесных полос, участились нарушения правил агротехники.

Мелиоративные мероприятия с целью повышения агроресурсного потенциала угодий можно считать традиционными формами целенаправленного воздействия на ландшафт. Однако ожидаемый положительный эффект мелиорации очень часто сводится на нет их побочными негативными последствиями. Искусственное орошение, практикуемое с глубокой древности, сопровождается хорошо известными непреднамеренными процессами — подъемом уровня грунтовых вод, вторичным засолением и заболачиванием, ухудшением структуры почвы, потерей гумуса. Осушительная мелиорация обычно приводит к повышению урожая в первые годы, но в дальнейшем в результате недостаточного учета структуры и функционирования мелиорируемых геосистем могут возникнуть нежелательные последствия, включая переосушку земель и ухудшение водного режима на прилегающих территориях.

Известны примеры трансформации водных геосистем в сельскохозяйственные угодья путем частичного спуска озер и использования участков осушенного дна под обработку. Такой способ, в частности, издавна практиковался местным населением Карельского перешейка, где всегда ощущался недостаток пахотно-пригодных земель.

Эксплуатацию лесных ресурсов также следует отнести к традиционным типам первичной хозяйственной деятельности. Лесопокрытые площади служат как объектом трансформации в сельскохозяйственные, селитебные и иные угодья, так и непосредственным источником возобновляемых сырьевых и энергетических ресурсов, среди которых промысловая фауна составляет лишь небольшую часть. К этому можно добавить рекреационное использование лесов как одну из характернейших современных форм лесопользования, наряду с интенсивной заготовкой древесины. Поэтому в лесных ландшафтах мы наблюдаем сложное переплетение и наложение различных типов антропогенных воздействий и соответствующих им трансформаций геосистем. Наиболее радикальные трансформации вызывает отчуждение лесных земель под другие типы использования с полным уничтожением естественного покрова, как это было уже показано на примере расширения пахотных угодий за счет лесов. Если же обратиться к существующим лесам, то важнейшими факторами антропогенного воздействия на них оказываются вырубка и пожары. В настоящее время леса занимают 45% площади России (771 млн. га). В 80-е годы в стране ежегодно вырубались леса на площади около 2 млн. га. Основные объемы лесозаготовок приходятся на более освоенные районы тайги с развитой транспортной сетью, где нередко допускается переруб, т. е. значительное превышение вырубki над приростом. В последние десятилетия главным способом заготовки древесины стали сплошные концентрированные рубки, при которых уничтожается подрост; характерна недостаточная очистка лесосек и захламливание лесов. Недостаточно ведутся рубки ухода и санитарные, не убирается сухостой и ветровал все это способствует распространению пожаров и вредителей.

Леса испытывают огромный ущерб от пожаров, около 80% которых происходит по вине людей. В 1986-1991 гг. средняя годовая площадь, пройденная лесными пожарами, превышала 1 млн. га. Ежегодно в стране от пожаров, а также поражения энтомофредами, дикими копытными и грызунами, болезнями, промышленными загрязнениями гибнут насаждения в среднем на площади 200 тыс. га. В 90-е годы объем заготовок древесины резко сократился, но усилилась хищническая, бесконтрольная эксплуатация лесных ресурсов, особенно там, откуда добытую древесину легко экспортировать.

Возобновление лесов осуществляется преимущественно естественным путем. Процесс этот длительный, в типичных условиях проходящий через стадию производных мелколиственных (березовых и осиновых) лесов. В южной тайге и подтайге Русской равнины производные леса весьма устойчивы и практически могут сохраняться на одних и тех же площадях в течение столетий. В некоторых ландшафтах они занимают до 60-70% лесопокрытой площади. Там, где непосредственно восстанавливаются леса из хвойных пород (преимущественно сосняки на песчаных почвах), образуется пестрый разновозрастный древостой, часто с преобладанием молодняков на недавних вырубках. В староосвоенных южнотаежных и подтаежных районах доля спелых и перестойных насаждений нередко снижается до 1% и менее.

Антропогенные трансформации лесной растительности сопровождаются некоторыми изменениями в функционировании геосистем, в частности ослаблением подзолообразования и усилением дернового процесса, увеличением или уменьшением транспирации и преобразованием режима стока; существенные перемены могут произойти в биологическом круговороте, в составе животного населения.

Формы хозяйственной деятельности, которые мы относим ко второй группе и условно называем индустриальными, связаны с вторичными, перерабатывающими отраслями производства и урбанизацией. В масштабах истории человечества они возникли относительно недавно, и их воздействие на ландшафты (назовем его воздействием второго типа) стало ощутимо проявляться главным образом в XX в., особенно после НТР. Индустриальные формы хозяйственной деятельности, в отличие от доиндустриальных, могут не зависеть от наличия местных энергетических и сырьевых ресурсов. С ними связаны специфические типы использования земель: территория занимается под объекты, не имеющие аналогов в природном ландшафте, — населенные пункты с промышленными предприятиями, дороги, трубопроводы и другие инженерные сооружения. Распространение угодий этого типа имеет очаговый характер, и по занимаемой площади (в пределах России менее 1% территории) они не идут ни в какое сравнение с фоновыми угодьями первого типа. Однако по интенсивности антропогенных нагрузок на ландшафт и на его экологическое состояние второй тип антропогенного воздействия значительно превосходит первый.

Основные источники воздействий второго типа (промышленные предприятия, объекты коммунального хозяйства, автомобильные дороги, нефте- и газопроводы) имеют дискретный — точечный или линейный • характер. Однако влияние источника, как правило, распространяется далеко за его пределы, постепенно ослабевая по мере увеличения расстояния. На площадях, непосредственно занятых подобными объектами, не только уничтожаются биоценозы и почвы, но и видоизменяются местный климат и водный режим, отчасти рельеф; природный комплекс лишается воспроизводящих функций. Обратимость геосистем сильно затруднена, а в ряде случаев практически исключена в обозримом будущем.

Важнейшие экологические последствия антропогенных воздействий второго типа определяются загрязнением природной среды отходами производства, а также коммунального хозяйства. Эта принципиальная качественная особенность негативного влияния современного производства и урбанизации на ландшафты и на человека требует особого рассмотрения. Но сначала следует сказать о некоторых специфических формах хозяйственной деятельности, занимающих как бы промежуточное положение между двумя главными группами.

Добыча полезных ископаемых должна быть отнесена к древнейшим первичным отраслям хозяйства, однако, в отличие от других отраслей этой группы, она не связана с возобновимыми биологическими ресурсами и представлена преимущественно локальными очагами, создающими интенсивную нагрузку на природную среду, сопоставимую с антропогенными воздействиями второго типа. Главным побочным следствием добычи минерального сырья и

топлива является образование так называемых нарушенных земель в виде техногенных форм рельефа — карьеров, отвалов, хвостохранилищ, которые не только исключают из оборота продуктивные земли, но и служат источниками загрязнения окружающей территории. При этом нарушается твердый фундамент геосистем, неспособный к восстановлению. В России общая площадь земель, нарушенных горнодобывающей промышленностью, составляет 1,3 млн. га, или 0,07% от всей территории страны. Однако в горнодобывающих районах доля таких земель может достигать нескольких процентов. Наибольшая их часть приурочена к месторождениям цветных металлов (включая золото), второе место занимают выработанные торфяники, далее следует добыча угля, нефти и газа. Площадь нарушенных земель непрерывно расширяется — в среднем на несколько процентов ежегодно. Их рекультивация сильно отстает от распространения и не всегда эффективна.

Гидротехническое строительство также относится к древнейшим формам антропогенного воздействия на ландшафты. Водохранилища издавна сооружались в целях ирригации, водоснабжения, защиты от наводнений. Однако подлинный бум в создании водохранилищ наступил в индустриальную эпоху и был связан главным образом со стремлением получить дешевую электроэнергию. Кроме того, водохранилища позволяют регулировать сток и бороться с наводнениями, улучшить промышленное и коммунально-бытовое водоснабжение, условия для ирригации, судоходства, лесосплава, отчасти также для рыболовства и рекреации. Но все полученные при этом выгоды имеют свои оборотные стороны. Смена наземных геосистем водными сопровождается потерей продуктивных земель, в том числе пойменных лугов. В примыкающей к водохранилищу полосе повышается уровень грунтовых вод (подтопление), наблюдается заболачивание, местами гибнут леса и сельскохозяйственные угодья. На некоторых участках абразия вызывает отступление берегов. В прибрежной полосе изменяются микроклимат и местный климат — выравнивается ход температуры, повышается влажность, усиливаются ветры. В нижнем бьефе снижение паводков сопровождается деградацией пойменных геосистем. Создание плотин приводит к нарушению путей миграции рыб, гибели нерестилищ.

Всего на территории России суммарная площадь водохранилищ составляет 62,8 тыс. км², а с учетом подпруженных и зарегулированных озер — 115,4 тыс. км², т. е. около 0,7% территории. 49 водохранилищ имеют объем более 1 км³ каждое, у 16 из них площадь зеркала превышает 1 тыс. км². Крупнейшие водохранилища (в том числе Куйбышевское, Братское, Рыбинское, Волгоградское, Цимлянское, Красноярское) по своей площади соразмерны с отдельными ландшафтами. В ландшафтной структуре некоторых приволжских провинций на водохранилища приходится более 10% площади, и в этих случаях можно говорить о их фоновом значении.

Рекреационное использование территории — нетрадиционный фактор антропогенного воздействия, сопутствующий индустриализации и урбанизации. Под влиянием массового неконтролируемого наплыва отдыхающих в лесных геосистемах развивается рекреационная дигрессия — вытаптывается напочвен-

нии покров, уплотняется почва, деградирует подлесок, а затем и древесный ярус; биота обедняется из-за бесконтрольного сбора ягод, лекарственных растений, разорения птичьих гнезд, возникновения фактора беспокойства для диких животных и т. д. Кроме того, происходит загрязнение территории и водоемов бытовым мусором, отходами автомобильного и водного транспорта.

Необходимо заметить, что в современную эпоху индустриальные методы интенсивно проникают в традиционные формы хозяйственной деятельности, в том числе в сельское и лесное хозяйство. Поэтому некоторые антропогенные воздействия первого типа по своему экологическому эффекту отчасти стали приближаться ко второму типу. Так, современное сельское хозяйство, с его гигантскими животноводческими комплексами, применением химических удобрений и ядохимикатов, неизмеримо увеличило нагрузки на геосистемы и стало, наряду с промышленностью, одним из факторов загрязнения природной среды.

6.2. Загрязнение природной среды и техногенная миграция химических элементов

Под загрязнением природной среды в данном случае подразумевается поступление в нее химических элементов и веществ антропогенного (преимущественно техногенного) происхождения, вовлекаемых в геохимический круговорот и в той или иной мере опасных для организмов, и прежде всего для здоровья человека. В отличие от других видов техногенного загрязнения, имеющих физическую природу (электромагнитного, акустического, вибрационного и др.), экологический эффект химического загрязнения зависит от характера ландшафта, от условий рассеивания, миграции, трансформации и накопления в нем загрязнителей (поллютантов).

Загрязнители поступают из различных источников в атмосферу, поверхностные воды и почву; эти компоненты служат реципиентами -- начальными звеньями миграции поллютантов в ландшафте. К концу 80-х годов поступление вредных веществ в природную среду России достигло максимума и относительно стабилизировалось. Ежегодно в атмосферу поступало 56—58 млн. т поллютантов, в поверхностные воды — около 30 км³ загрязненных сточных вод, на земную поверхность — около 5 млрд. т твердых промышленных и бытовых отходов, содержащих значительное количество токсичных веществ. В последующие годы количество вредных отходов стало сокращаться из-за резкого спада производства, что отнюдь не привело к улучшению экологической ситуации в стране.

В составе загрязнителей **атмосферы** преобладают газообразные вещества — оксид углерода CO (40-45% от общей массы выбросов), диоксид серы SO₂ (18%), углеводороды (летучие органические соединения, 16%), оксиды азота (9%), в меньшей степени хлориды, сероводород, аммиак и др. Аэрозоли составляют 10-15% от общей массы выбросов. В них присутствуют тяжелые металлы, фториды, сульфаты, нитраты и углеводороды. Менее 1-2% прихо-

дится на так называемые специфические примеси, отличающиеся высокой токсичностью, — ацетон, хлор, ксилол, толуол, метил-меркаптан, бенз(а)пирен (БАЛ) и др.

Самый мощный источник загрязнения атмосферы — автотранспорт: на его долю приходится около 40% массы атмосферных поллютантов, в том числе около 70% СО и более 30% углеводородов и оксидов азота; в составе его особо опасных выбросов — соединения свинца и БАЛ. Среди отраслей промышленности наибольший вклад в загрязнение атмосферы вносит электроэнергетика (22-24% общей массы промышленных выбросов). От теплоэлектростанций в атмосферу поступает около 1/3 суммарного от всех источников количества твердых веществ, а также много диоксида серы и оксидов азота. Второе место по рассматриваемому показателю занимает топливная промышленность (17-18%), главным образом нефтедобывающая и нефтеперерабатывающая, а также газовая; основной компонент выбросов — углеводороды. Цветной металлургии принадлежит первое место по выбросу диоксида серы, черной металлургии — оксида углерода. В выбросах химической и нефтехимической промышленности присутствуют такие высокотоксичные вещества, как аммиак, сероуглерод, толуол, ацетон, бензол, дихлорэтан, сероводород, этилацетат, серная кислота; в отходах целлюлозно-бумажного производства — толуол, сероводород, ацетон, ксилол, метил-меркаптан и др. От предприятий строительной промышленности в атмосферу поступает много пыли, в том числе цементной, асбестовой, известковой и др.

На рис. 11 и 12 показано размещение главных центров загрязнения атмосферы (с суммарным выбросом загрязняющих веществ более 100 тыс. т в год) в 1989 и 1996 гг. Для сравнительной оценки региональных различий в техногенной нагрузке на атмосферу можно использовать показатель удельных выбросов, т. е. плотности выбросов на единицу площади — в данном случае ландшафтных мезорегионов (рис. 13).

Благодаря подвижности воздушной среды атмосфере присуща высокая, по сравнению с другими компонентами, способность к самоочищению, но в то же время и наибольшая дальность переноса загрязнителей. В силу последнего обстоятельства концентрация загрязнителей в воздухе зависит не только от местных источников, но и от привноса извне, в том числе от трансграничного переноса из других стран. Так, в 1996 г. в объеме осаждаемой из атмосферы на территории ЕТР окисленной серы только 34% приходилось на долю российских источников; 18% поступило из Украины, более 4% — из Польши и т. д.

Все техногенные газы, за исключением СО, тяжелее воздуха и рассеиваются в основном в нижнем 3-километровом слое тропосферы. Некоторые из них (в том числе SO₂) растворяются в водяных каплях и выпадают с осадками. Мелкие пылевые частицы легко обтекаются дождевыми каплями, а потому устойчивы к вымыванию и могут более года находиться во взвешенном состоянии; частицы диаметром менее 1 мкм распространяются почти по всей тропосфере и годами не выпадают на земную поверхность. Частицы диаметром 4-10 мкм заносятся воздушными потоками на высоту до 1 км и более,

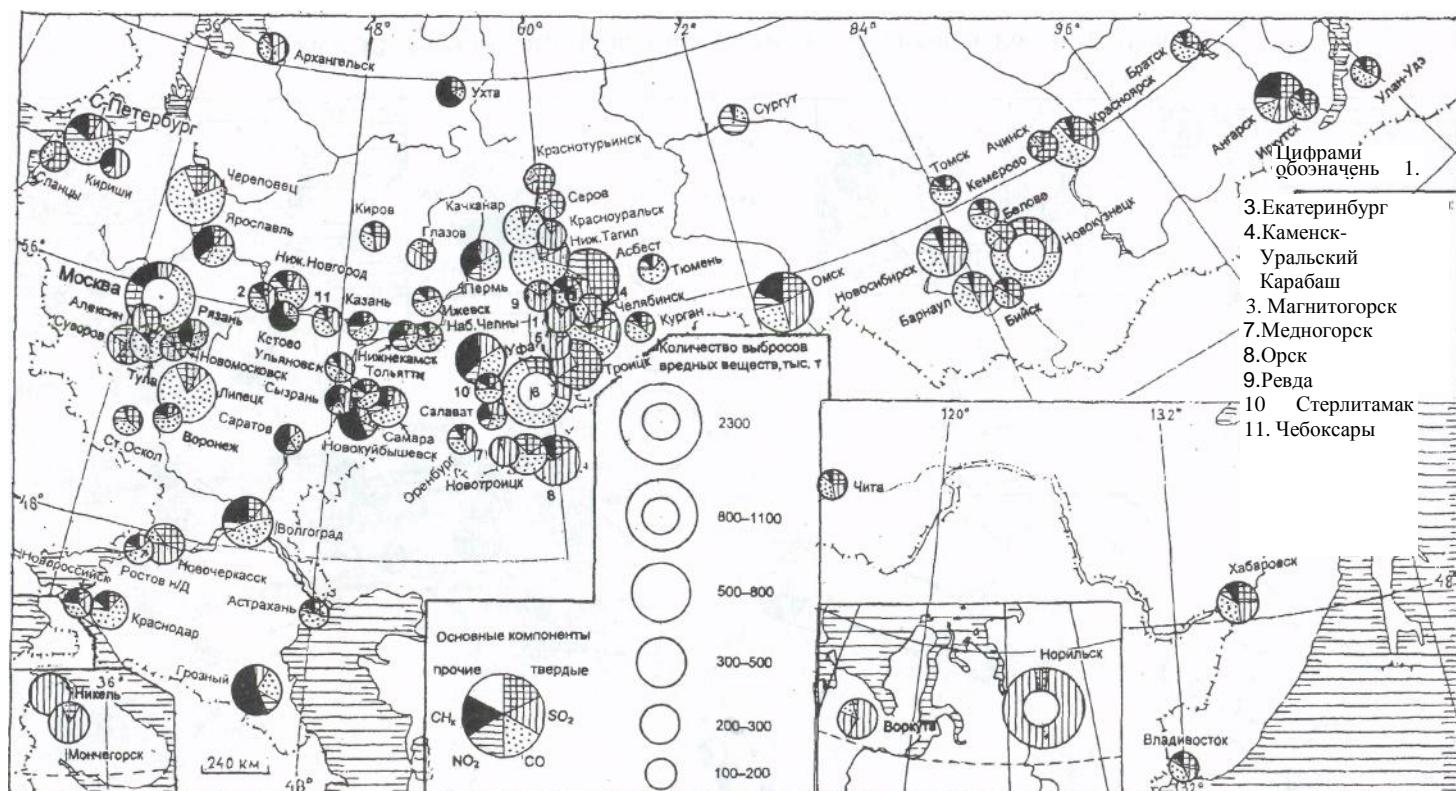


Рис. 11. Центры загрязнения атмосферы на территории России в 1989 г.

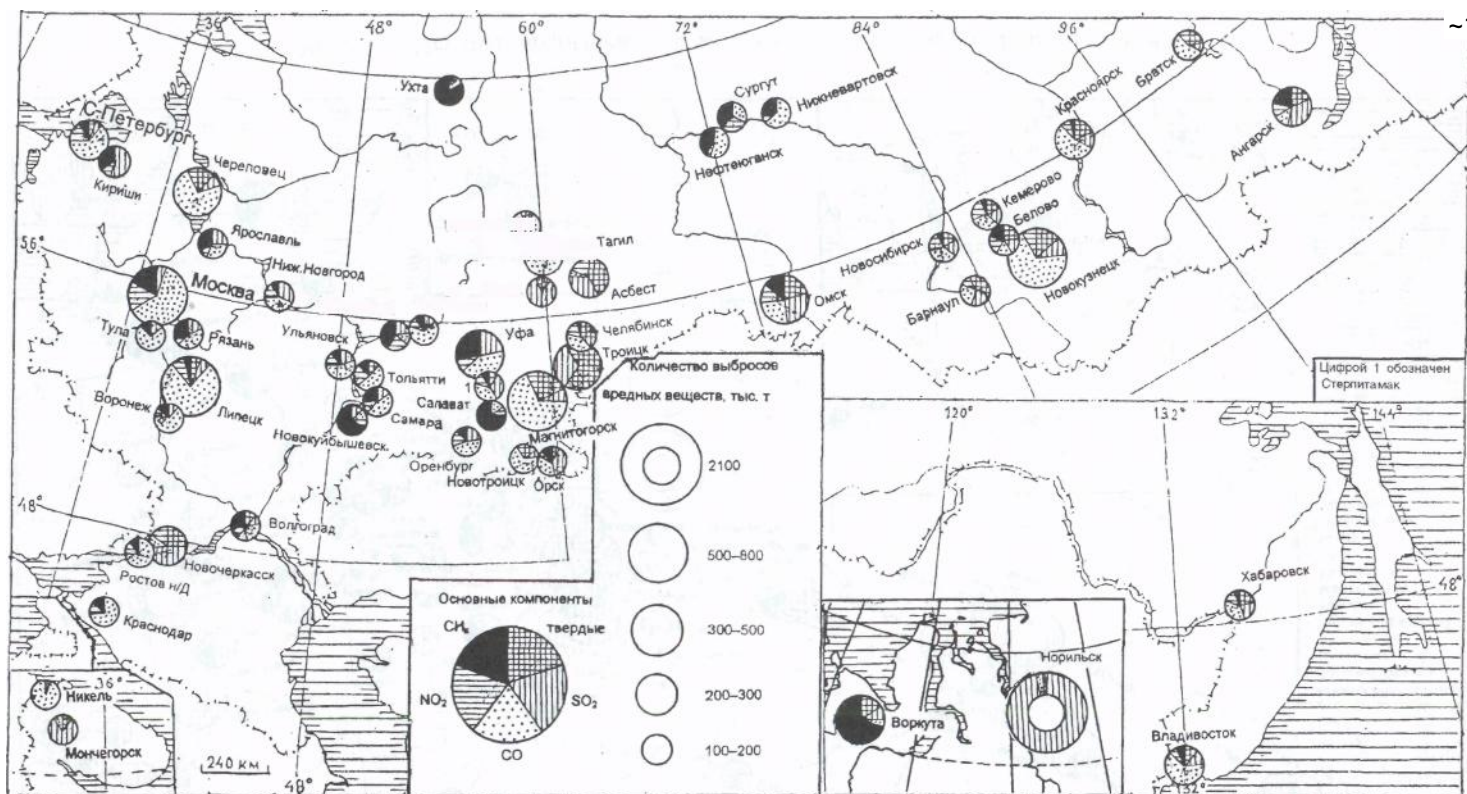


Рис. 12. Центры загрязнения атмосферы на территории России в 1996 г.

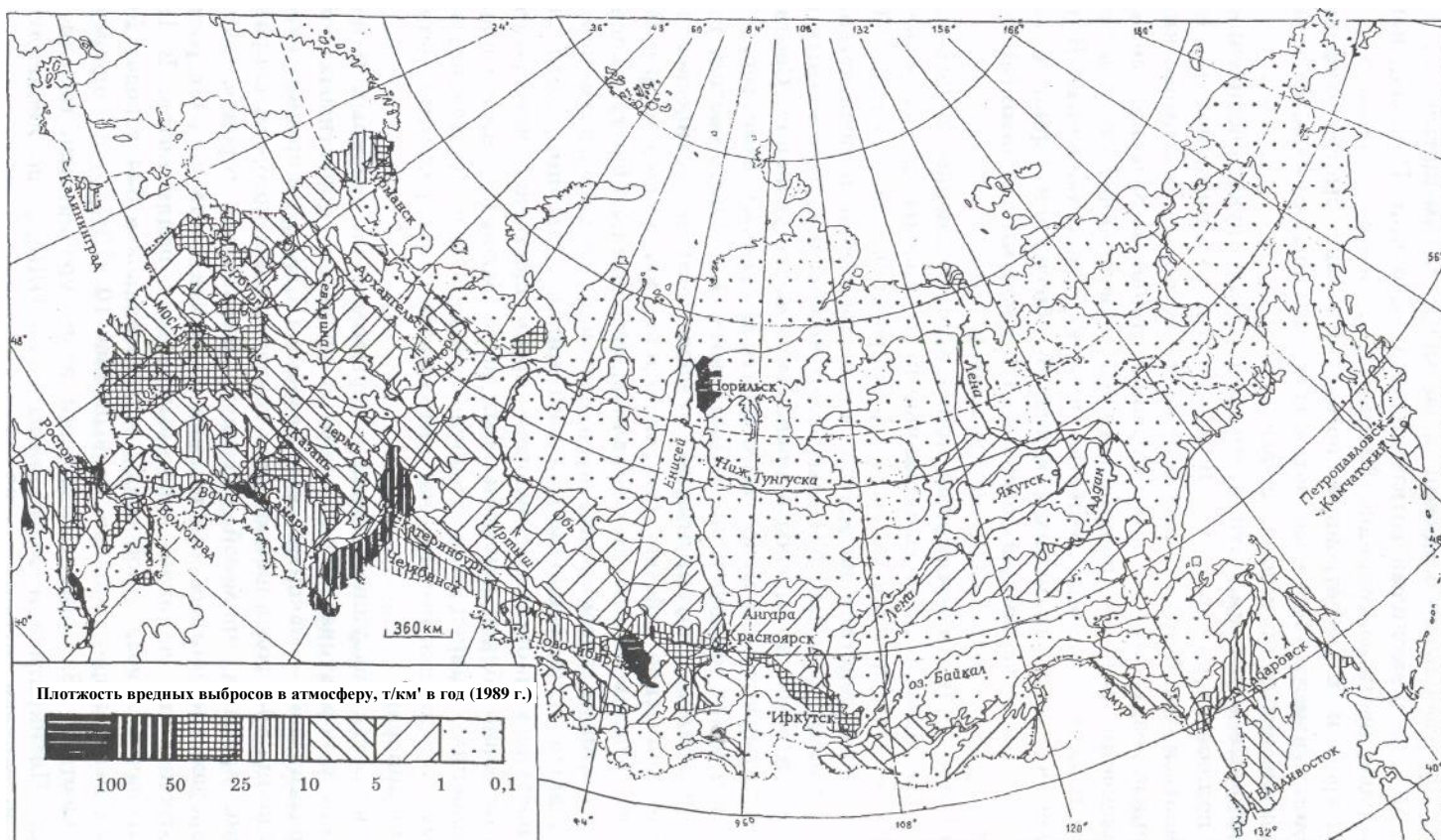


Рис. 13. Плотность вредных выбросов в атмосферу по ландшафтным мезорегионам России.

вымываются атмосферными осадками либо могут перемещаться на тысячи километров, находясь месяцами во взвешенном состоянии. Наконец, наиболее крупные твердые частицы (порядка 20 мкм в диаметре) поднимаются лишь на сотни метров и в безветренную погоду довольно быстро оседают под действием силы тяжести. Тяжелые металлы в основном осаждаются в радиусе нескольких километров от источника выбросов.

Температурные инверсии, штили, туманы способствуют увеличению концентрации поллютантов в воздухе. В замкнутых внутригорных котловинах могут создаваться устойчивые атмосферные техногенные геохимические аномалии. Мощные воздушные течения благоприятствуют размыванию локальных очагов загрязнения. Многие примеси вступают в воздушной среде в реакции между собой и дают вторичные вещества, нередко очень токсичные. В результате закисления SO_2 и азотистых соединений образуются серная и азотная кислоты, выпадающие на земную поверхность с кислотными дождями (рН осадков понижается при этом до 5,5-3,0, иногда более).

Многие техногенные атмосферные примеси, поступающие в организм человека главным образом через дыхательные пути, опасны для здоровья. Так, SO_2 поражает клетки бронхов, вызывает респираторные заболевания; CO оказывает токсическое действие на клетки с патологическими последствиями в различных органах; NO_2 , H_2S , NH_3 вызывают поражения дыхательных путей, органов зрения и особенно опасны в производственных условиях. Среди углеводородов насчитывается не менее трех десятков вредных атмосферных поллютантов, в том числе канцерогенных (БАП, возможно также бензол, толуол), мутагенных (пропилен, толуол, этилен), оказывающих наркотическое воздействие и общетоксическое действие (стирол, этилбензол, этилен и др.). Воздействие на биоту и человека тяжелых металлов, относительно быстро оседающих из воздуха на земную поверхность, проявляется главным образом через последующие водный и почвенно-биотический циклы миграции; хотя свинец, например, поступает в организм человека преимущественно непосредственно из воздуха, особенно вблизи автомобильных магистралей (а также в производственных условиях). Свинец очень токсичен, он влияет на центральную нервную систему, предположительно на интеллектуальное развитие детей, на генетический аппарат.

Оценка качества воздушной среды основывается на условных и недостаточно надежных нормативах, чаще всего на предельно допустимых концентрациях загрязнителей — максимальных разовых ($\text{ПДК}_{\text{МР}}$) и средних суточных ($\text{ПДК}_{\text{Сс}}$). С конца 80-х годов наблюдается тенденция к некоторому сокращению концентрации вредных примесей в воздухе российских городов, однако в крупных городах увеличилось содержание диоксида азота за счет роста выбросов автотранспорта, а также некоторых других поллютантов. В 1991 г. контроль загрязнения воздушной среды осуществлялся в 334 городах России; в 84 из них было зафиксировано превышение 10 $\text{ПДК}_{\text{МР}}$ по одному-трем вредным веществам. Влияние загрязнений этого уровня испытывали около 50 млн. чел. Пятикратное и более превышение $\text{ПДК}_{\text{МР}}$ по диоксиду азота отмечено в 96 городах, пыли — в 67, сероводороду — в 35. В ряде городов

наблюдалось значительное превышение ПДК по формальдегиду, оксиду углерода, сероуглероду, метил-меркаптану, БАЛ и др. В последующие годы существенных изменений не произошло. В 1996 г. средняя концентрация загрязняющих веществ была выше ПДК в 206 городах из 262, где велись наблюдения. Высокий уровень загрязнения воздуха достаточно устойчиво сохраняется в Барнауле, Березниках, Братске, Волгограде, Кемерово, Комсомольске-на-Амуре, Липецке, Новокузнецке, Норильске, Омске, Перми, Саратове, Усолье-Сибирском, Уфе, Хабаровске, Череповце и некоторых других городах.

Косвенный экологический эффект загрязнения атмосферы состоит в том, что оно вызывает уменьшение освещенности и поступления солнечной радиации, в том числе ультрафиолетовой, и некоторые другие нежелательные изменения местного климата.

Почва служит важнейшим звеном миграции и трансформации загрязняющих веществ в ландшафте. Основная масса токсичных техногенных веществ поступает в наземные организмы из почвы. Почва обладает свойствами депонирующей среды с множеством геохимических барьеров, на которых аккумулируются поллютанты. Способность к самоочищению у почвы ограничена.

Существуют разнообразные пути поступления техногенных веществ в почву. Большая часть их попадает в почву через атмосферу. В 1991 г., например, на территории России выпало из атмосферы 8,9 млн. т серы и 6,7 млн. т суммарного (нитратного и аммонийного) азота; в основных промышленных районах плотность их выпадения составляет более 2,0 и более 1,5 т/км в год соответственно. Кислые осадки особенно часто выпадают в зоне влияния центров цветной металлургии (Никель, Мончегорск, Карабаш, Медногорск и др.) и нефтехимии (Пермь, Уфа и др.).

Газообразные атмосферные примеси большей частью активно поглощаются почвой. Оксид углерода усваивается почвой примерно в 10 раз интенсивнее, чем растениями, оксиды азота - - в 35, а SO_2 - - в 300 раз. Углеводороды в основном не растворяются в воде, но могут усваиваться почвенными микроорганизмами. Почвы поглощают озон, пары ртути, аммиак, активно сорбируют осаждающиеся из атмосферы тяжелые металлы.

Существенными источниками загрязнения почвы служат жидкие и твердые отходы производства и потребления, сбрасываемые непосредственно на земную поверхность. К 1994 г. в стране в отвалах, в специализированных полигонах и хранилищах, на свалках накопилось около 80 млрд. т твердых отходов, в том числе 1,1 млрд. т токсичных, содержащих особо опасные вещества (побочные продукты гальванического производства, хлор и хлорорганические соединения и др.). Большая часть твердых промышленных и бытовых отходов складывается на открытых, нередко самовольных и неконтролируемых свалках, утилизируется и обезвреживается лишь малая их доля. На специализированных иловых площадях накопилось около 200 млн. т осадков, образовавшихся в результате очистки канализационных сточных вод и содержащих соли тяжелых металлов и различные ядовитые вещества. На многочисленных свалках накапливаются золошлаковые смеси теплоэлектростанций, металлический

лом, строительный, древесный, пластмассовый, резиновый и другой мусор, отходы пищевой промышленности, частично также жидкие материалы (отработанные нефтепродукты и др.)- К этому следует добавить отвалы вскрышных пород и «хвостов» обогащения металлических руд.

Размыв атмосферными осадками и поверхностным стоком свалок, отвалов и полигонов-накопителей является одним из основных факторов загрязнения почв, а также поверхностных и грунтовых вод. Особо следует отметить нефтяное загрязнение почв, связанное с работой транспорта, в том числе оборонной техники, и главным образом с залповыми аварийными выбросами на нефтепроводах. Ежегодная утечка сотен тысяч тонн нефтепродуктов сопровождается возникновением локальных очагов загрязнения почв.

Напомним о сельскохозяйственных источниках загрязнения почв. Главные из них — неудовлетворительное хранение и избыточное внесение минеральных удобрений, пестицидов и накопление отходов животноводческих ферм и птицефабрик. Из 140—150 млн. т навозных и пометных стоков, образующихся ежегодно, третья часть сбрасывается непосредственно на прилегающие угодья и служит причиной загрязнения не только почвы, но также поверхностных и грунтовых вод.

Негативное влияние поллютантов на почву сказывается главным образом через подавление микроорганизмов. В результате замедляется разложение спада, сокращается содержание гумуса. Кадмий, никель, медь, цинк губительно воздействуют на клубеньковые бактерии. Кислые осадки вымывают из подстилки подвижные катионы натрия, калия, кальция, магния, увеличивают концентрацию иона водорода. Загрязнение почвы нефтепродуктами ухудшает ее аэрацию, подавляет деятельность микроорганизмов, понижает содержание водно-растворимых солей натрия, калия, магния. Некоторые химически активные загрязнители, например сероводород и метан, изменяют окислительно-восстановительные и щелочно-кислотные условия в почве.

Легкие углеводороды при теплом и сухом климате сравнительно быстро испаряются из почвы в атмосферу, растворимые соединения могут быть вымыты. Тяжелые углеводороды разлагаются медленно и способны рассеиваться на обширных пространствах. Согласно М. А. Глазвской, скорость разложения органических загрязнителей в таежных почвах в 3—5 раз, а в тундровых в 20-50 раз меньше, чем в лесостепных, скорость вымывания на суглинистых почвах в 3-5 раз, а на мерзлотных суглинках и глинах в 20-100 раз ниже, чем на песчаных почвах. Тяжелые металлы — свинец, цинк, кадмий, никель, медь, марганец, хром, - - а также мышьяк, сурьма, селен, поступающие в основном из воздуха в виде нерастворимых пылевых частиц, задерживаются в самом верхнем слое почвы. Водно-растворимые соединения металлов прочно связываются с веществом почвы, и лишь небольшая часть их выносятся за пределы почвенного профиля. В кислых почвах тяжелые металлы накапливаются в относительно подвижных формах, опасных для растений, но сравнительно легко вымываются. В щелочных условиях преобладают слабоподвижные формы с тенденцией к накоплению; в результате прогрессирует концентрация наиболее инертных металлов, в том числе свинца, которая в почвах индустри-

альных районов может превышать фоновую в десятки тысяч раз. Чем больше в почве коллоидных частиц и гумуса, чем выше емкость поглощения, тем сильнее и буферная способность, т. е. свойство переводить токсичные вещества в нетоксичные формы и связывать их.

Специфический источник опасного загрязнения почв - - разлив ракетного топлива в местах падения отделяющихся частей ракет-носителей. Главный токсикант - - НДМГ, легко окисляется и образует вторичные токсичные соединения, относящиеся к I классу опасности для человека. НДМГ способен интенсивно накапливаться и сохраняться длительное время в тундровых и таежных торфяных почвах, тогда как в аридных и субаридных условиях он быстро разлагается.

Предпринимались попытки определить пороговые концентрации загрязнителей в почве, опасные для здоровья человека, а для некоторых поллютантов установлены ПДК. Однако значение подобных нормативов вызывает сомнение, ибо загрязненная почва оказывает на человека не прямое, а сложно опосредованное влияние. Для сравнительной оценки степени техногенного загрязнения почвы используют кроме ПДК величину отношения фактической концентрации элемента к фоновой для незагрязненной почвы данного района или к кларковой (т. е. средней для всех почв мира). Полученные оценки отрывочны и часто несопоставимы, но тем не менее свидетельствуют об интенсивном загрязнении почв тяжелыми металлами (свинцом, медью, никелем, кобальтом, ванадием и др.) в крупных промышленных центрах, в особенности вокруг предприятий цветной металлургии. «Лидируют» в этом отношении Рудная Пристань (Приморский край), Мончегорск, Ревда и Белово.

С удалением от источника выбросов происходит близкое к экспоненциальному уменьшение концентрации тяжелых металлов в почве. Поэтому вокруг крупных промышленных центров образуются локальные зоны различной степени техногенной трансформации геосистем. Так, радиус ареала влияния Норильского горно-металлургического комбината достигает 32-38 км, а Мончегорского комбината - - 25—30 км; радиус же зоны наибольшей деградации геосистем составляет 5-7 км. Локальные техногенные геохимические аномалии в почвах могут формироваться вдоль автомобильных магистралей, нефтепроводов, на участках с избыточным содержанием пестицидов и т. д.

Почва служит депонирующей средой для радионуклидов, которые могут поступать в нее из разных источников. Радиоактивные продукты аварии Чернобыльской АЭС в 1986 г. разносились атмосферными потоками на обширном пространстве вплоть до Скандинавии на севере. В местах их осаждения на земную поверхность образовались пятна радиоактивного загрязнения почв. В пределах России «чернобыльский след» с содержанием цезия-137 в почве свыше 1 Ки/км² охватил площадь 57 650 км² в центральных районах ЕТР, относящихся в основном к зоне широколиственных лесов. Локальный очаг техногенного загрязнения стронцием-90 (главным образом в донных отложениях озер) существует в Зауралье, в окрестностях г. Кыштыма.

Известны многочисленные источники потенциальной радиационной опасности; только в Мурманской области их насчитывается более 200. К числу

наиболее опасных относятся хранилища и места поверхностного захоронения отходов, содержащих радионуклиды (в 1993 г. их было 257, но этого количества недостаточно, и они не всегда надежны). Отработанное ядерное топливо реакторов военно-морского и торгового флота часто складывается на судах, которые также становятся объектами потенциальной радиационной опасности. Другие объекты этого рода - предприятия по добыче и переработке урановых и ториевых руд, при которых образовались отвалы на площади свыше 60 тыс. га, содержащие радионуклиды, заводы по производству ядерных материалов, атомные электростанции, атомные реакторы научно-исследовательских учреждений. Подземные ядерные взрывы оборонного и народнохозяйственного назначения не оказывают существенного влияния на радиационную обстановку, если не считать отдельных случаев радиоактивного заражения промзоны.

Растительность -- компонент ландшафта, весьма чувствительный к химическому загрязнению. Газообразные техногенные примеси могут поглощаться листьями непосредственно из воздуха через устьица и связываться в тканях. Тяжелые металлы в основном механически перехватываются листьями и аккумулируются на их поверхности, а после их опадения в конечном счете поступают в почву. Хвойные деревья перехватывают больше металлов, чем лиственные. По сравнению с механическим перехватом тяжелых металлов наземными частями растений, роль всасывания корнями из почвы относительно невелика.

В целом растения более устойчивы к тяжелым металлам, чем к газам техногенного происхождения и кислотным дождям. Последние интенсивно вымывают из растений калий, кальций, натрий, магний, марганец и органические вещества, вызывая серьезные повреждения листьев. Наибольшую опасность для растений представляют соединения серы и фтора. Диоксид серы, проникая через устьица, легко растворяется и образует серную кислоту. Мхи и лишайники гибнут при концентрации SO_2 в воздухе около 5 мкг/м^3 , лиственные деревья выдерживают концентрацию, превышающую эту величину на порядок и более. Но хвойные деревья очень чувствительны к диоксиду серы. Вблизи мощных источников эмиссии SO_2 наблюдается полное уничтожение растительного покрова; «мертвая зона» окружена зонами с разной степенью угнетения растительности. Диоксид азота менее токсичен для растений, а при небольших дозах может даже играть роль удобрения на почвах, бедных азотом. Оксид углерода не вызывает остротоксичного воздействия даже при высоких концентрациях. Некоторые растения очень чувствительны к этилену. Данные о воздействии на растения тяжелых металлов противоречивы. Считается, что для деревьев наиболее опасны кадмий, кобальт, хром, медь, свинец, ртуть, никель, но кадмий и никель быстро выносятся, тогда как ртуть и некоторые другие металлы способны аккумулироваться в тканях.

Различные виды растений проявляют неодинаковую устойчивость к тех-нохимическому загрязнению. Так, согласно В.В. Крючкову, пороговая концентрация SO_2 в воздухе колеблется для разных видов растений Кольского полуострова в пределах $5\text{-}100 \text{ мкг/м}^3$. Пороговая концентрация свинца в

листьях растений оценивается от 10 до 300 мкг/г. К этому следует добавить, что реакция одного и того же вида на воздействие поллютанта зависит от многих условий, в том числе климатических и погодных. Например, при недостатке влаги растения более резистентны к воздействию атмосферных примесей, чем при избытке, поскольку влажная погода способствует растворению SO_2 и других веществ.

Несмотря на высокую чувствительность к техногенному загрязнению, растительный покров является важным стабилизирующим экологическим фактором, очищая воздух от вредных атмосферных примесей, представляя собой барьер на пути миграции поллютантов из воздуха в почву, препятствуя распылению почвы и вторичному загрязнению воздуха.

Животные также являются весьма чувствительными реципиентами техногенных воздействий. Основным источником поступления вредных веществ в организм животных, в том числе домашних, служат растительные корма, хотя определенную опасность для них представляет вдыхание поллютантов (главным образом фтора и свинца). Увеличение концентрации вредных веществ по звеньям пищевой пирамиды может привести к тяжелым физиологическим расстройствам и даже гибели животных. Избыточное потребление фтора вызывает поражение зубов (флюороз), деформацию костей. В больших дозах опасны медь, цинк, свинец, кобальт и другие тяжелые металлы.

Поверхностные воды принимают на себя интенсивную техногенную геохимическую нагрузку, являясь как непосредственным, так и вторичным реципиентом разнообразных вредных веществ и, кроме того, основным фактором их транспортировки; большинство поллютантов проходят через водный цикл миграции. Источники загрязнения поверхностных вод имеют двоякий характер. Часть загрязнителей непосредственно сбрасывается в водоприемники в виде организованного сосредоточенного отвода сточных вод от промышленности, сельского и коммунального хозяйства. Другая часть поступает с поверхности водосбора от различных объектов, пройдя через промежуточные звенья водной миграции.

К 1991 г. суммарный забор пресной воды из природных источников достиг в стране 117,0 млрд. м^3 , что соответствует 2,7% среднего многолетнего стока со всей территории, после чего стал снижаться, составив 96,2 млрд. м^3 в 1994 г. Использованная вода, за вычетом безвозвратных потерь (при транспортировке, на фильтрацию и испарение, в производственных процессах), возвращается в водные объекты в виде производственных и бытовых стоков. В 1991 г. суммарный сброс сточных вод составил 73,2 млрд. м^3 . Из этого объема 58% сброшены без очистки и считаются нормативно-чистыми, 38% очищены недостаточно и относятся к загрязненным и только 4% очищены до нормы. В 1994 г. доля загрязненных сточных вод достигла 41%, а нормативно-очищенных осталась на том же уровне. Со сточными водами в реки и водоемы поступают соединения фосфора и азота, хлориды, сульфаты, фенолы, соединения тяжелых металлов, нефтепродукты и другие вредные вещества.

По объему сточных вод первое место принадлежит коммунальному хозяйству. На фоне сокращения производственных сбросов его доля возросла с 44%

в 1991 г. до 51% в 1994 г., тогда как вклад промышленности уменьшился с 37 до 35%, а сельского хозяйства -- с 17 до 13%. Жилищно-коммунальное хозяйство, в отличие от других водопотребителей, сбрасывает в основном (более 90%) неочищенные стоки. На его долю приходится 75% суммарного сброса азота аммонийного, 72% азота общего, 71% фосфора общего, 63% нитратов, 26% сульфатов, 15% хлоридов.

Среди отраслей промышленности наибольший вклад в загрязнение поверхностных вод вносят целлюлозно-бумажная и химическая с нефтехимической (по 6-7% суммарного сброса от всех источников). В сточных водах целлюлозно-бумажных предприятий наряду с нефтепродуктами, сульфатами, хлоридами, фосфором присутствуют специфические токсичные примеси - фенолы, формальдегид, метанол, фурфурол, диметилсульфид, диметилдисульфид, лигно-сульфонаты. Со сточными водами химических и нефтехимических предприятий в водоприемники поступают нефтепродукты, взвешенные вещества, соединения азота, хлориды, сульфаты, фосфор общий, цианиды, кадмий, кобальт, марганец, медь, никель, ртуть, свинец, хром, цинк, сероводород, сероуглерод, спирт, бензол, формальдегид, фурфурол и др. На долю теплоэнергетики приходится 5% общего сброса загрязненных сточных вод, в их составе - взвешенные вещества, нефтепродукты, хлориды, сульфаты, соединения тяжелых металлов, сероводород и др. Значительный вклад в загрязнение поверхностных вод вносят предприятия топливно-энергетического комплекса, цветной и черной металлургии, машиностроения.

Сельское хозяйство является крупным потребителем чистой воды, при этом до 17% ее теряется при транспортировке, около 40% используется на орошение. К загрязненным относится примерно третья часть сбрасываемых вод. Сточные воды с орошаемых земель, на которые до недавнего времени приходилось более половины сброса всей отрасли, формально считаются нормативно-чистыми, но фактически большей частью загрязнены пестицидами и другими вредными примесями.

Сравнительное представление о территориальных различиях в суммарных размерах организованного сброса загрязненных сточных вод дает рис. 14.

Значительно сложнее дать количественную и качественную оценку загрязняющих веществ, поступающих в водоприемники с водосборной площади за счет плоскостного смыва, осажденных атмосферных поллютантов и вредных веществ, содержащихся в отвалах, свалках промышленных и бытовых отходов, сбросах животноводческих комплексов, почвах сельскохозяйственных угодий.

Основными водоприемниками сточных вод являются реки. Проточность и постоянное возобновление стока обеспечивают разбавление загрязненной воды и самоочищение рек. В то же время реки выполняют важнейшую транзитную экологическую функцию в ландшафте, вынося из него значительную часть поллютантов. Однако обратная сторона этого процесса — прогрессирующее загрязнение слабопроточных и непроточных водоемов, а в конечном счете — Мирового океана. Техногенные примеси частично преобразуются в ходе химических реакций в водной среде, частично аккумулируются в донных отложениях, которые представляют собой одну из важнейших депонирующих сред для многих поллютантов.

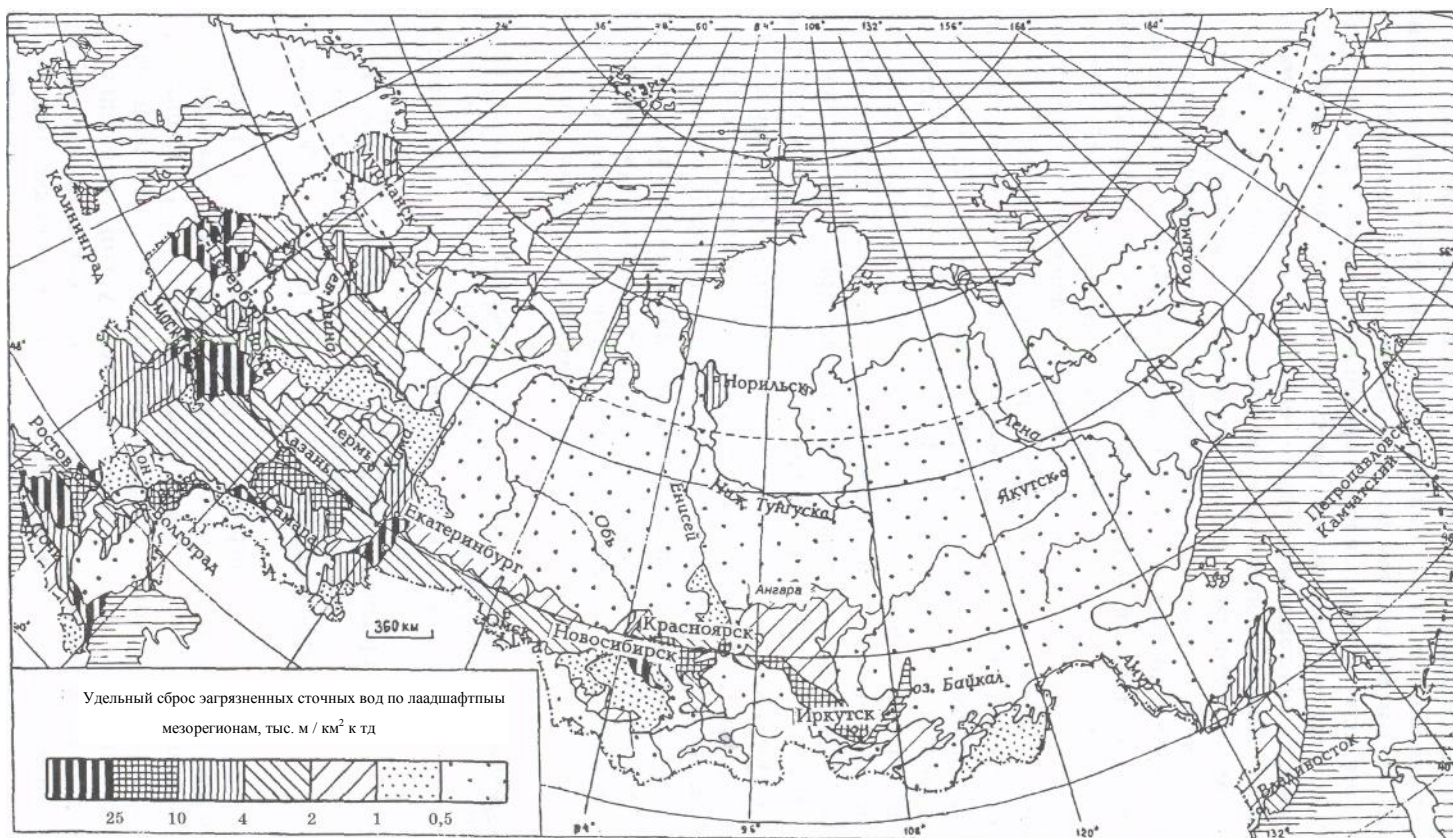


Рис. 14. Плотность сброса загрязненных сточных вод.

В загрязненных реках и водоемах в больших или меньших количествах присутствуют тяжелые металлы. Свинец характеризуется невысокой биологической активностью и в основном откладывается в донных отложениях, но в определенных ситуациях представляет серьезную опасность для водных организмов. Ртуть осаждается на дне, где преобразуется бактериями в метилртуть, которая поглощается фитопланктоном, а затем различными консументами и прогрессирующим образом накапливается в их тканях (в том числе у рыб). Потребление рыбы и беспозвоночных, загрязненных метилртутью, вызвало в 50-х годах в Японии вспышку «болезни минамата», выразившуюся в тяжелых поражениях центральной нервной системы, частично с летальным исходом. Для пресноводной и морской фауны и флоры сильно токсичны сбрасываемые с промышленными отходами медь, цинк, хром, никель, кадмий. Установлена связь между онкологическими заболеваниями и содержанием в питьевой воде кадмия, свинца, никеля, цинка, а также мышьяка, бериллия.

Для оценки уровня химического загрязнения водных объектов разработаны ПДК различных поллютантов, причем в двух вариантах — санитарно-бытовом и рыбохозяйственном. Однако, как и ПДК для загрязнителей атмосферы и почвы, они не могут считаться достаточно объективными и надежными. Реакции организмов человека и животных на уровень концентрации в воде тех или иных загрязнителей зависят от многих причин и изучены крайне недостаточно. Рыбы, как правило, более чувствительны к поллютантам, чем человек, но разные виды рыб в этом отношении сильно различаются между собой, что никак не учитывается в усредненных рыбохозяйственных ПДК. Для обобщенной характеристики качества воды, в которой обычно присутствуют различные загрязнители, используется условный индекс загрязнения воды (ИЗВ), рассчитываемый как среднее арифметическое из превышений среднегодовых ПДК по 6 основным ингредиентам. Согласно официальной инструкции, все водные объекты делятся на 7 классов качества в зависимости от величины ИЗВ.

По приближенным оценкам около 50% населения страны использует питьевую воду, не соответствующую гигиеническим требованиям. В 1991 г. не отвечали этим требованиям 30,2% изученных проб по санитарно-химическим показателям и 24,4% по микробиологическим; в 1993 г. эти величины составили по первому признаку 30,5%, а по второму 28,2%. В 1991 г. наибольшее число проб с превышением ПДК было по меди (более 70%), фенолам (более 50%), нефтепродуктам (более 40%), цинку (более 30%), аммонийному азоту (более 30%).

Самый высокий уровень загрязнения рек наблюдается непосредственно ниже центров сосредоточенного сброса сточных вод, в особенности от целлюлозно-бумажных предприятий (крупнейшие источники — Коряжма, Новодвинск, Братск), химической и нефтехимической промышленности (Омск, Ангарск, Новочебоксарск и др.), цветной металлургии, теплоэнергетики, а также коммунального хозяйства (Москва, С.-Петербург и другие крупные города). При этом сильнее страдают малые реки с небольшими расходами, исключаящими возможность эффективного разбавления сточных вод. Многие

таежные реки загрязнены затонувшей при молевом сплаве древесиной и продуктами ее разложения.

Замедленность водообмена в озерах и водохранилищах способствует их прогрессирующему загрязнению и эвтрофикации. В одном из крупнейших озер — Ладожском минерализация воды заметно увеличилась за счет поступления сульфатов и хлоридов. Вода озера загрязнена фенолами, нефтепродуктами, пестицидами, органическими веществами, в заливах — тяжелыми металлами. Возрастающее накопление фосфора (до 7 тыс. т в год) стимулирует эвтрофикацию водоема, в течение 15 лет масса сине-зеленых водорослей увеличилась в 30 раз, что в конечном счете губительно влияет на ихтиофауну. Описанные явления типичны для многих крупных озер. К избыточным нагрузкам фосфором и азотом особенно чувствительны малые озера, повсеместно подвергающиеся интенсивной эвтрофикации.

Химическое загрязнение поверхностных вод -- один из главных антропогенных факторов обеднения ихтиофауны и сокращения рыбных ресурсов. Кризисным состоянием в этом отношении характеризуются реки бассейна Волги и Каспия, реки и озера Балтийского бассейна, Карелии и Кольского полуострова, а также многие реки, относящиеся к бассейну Северного Ледовитого океана, особенно Обь и ее притоки. Большой ущерб ихтиофауне рек Сибири и Дальнего Востока причиняют предприятия нефтегазовой, золото- и алмазодобывающей промышленности, цветной металлургии.

Процессы техногенного загрязнения неизбежно затрагивают подземные воды. К 1991 г. в стране было выявлено около 500 участков загрязнения подземных вод, главным образом в окрестностях крупных промышленных центров, в том числе Москвы, и районах нефтяных месторождений. Высокому риску загрязнения подвержены подземные воды карстовых ландшафтов. Состав основных загрязнителей близок к тому, который типичен для поверхностных вод.

6.3. Антропогенные нагрузки и трансформация геосистем

Изучение изменений, происходящих в ландшафте в результате человеческой деятельности, следует начинать с определения антропогенной нагрузки. Это понятие нашло широкое применение, хотя его содержание четко не сформулировано. Обычно под антропогенной нагрузкой на ландшафт или на геосистему вообще интуитивно подразумевается некоторая мера степени, или интенсивности, того или иного конкретного воздействия, например рекреационного, производственного различного профиля и т. д. Для того чтобы представление об антропогенной нагрузке приобрело строгий научный смысл, оно должно быть выражено в натуральных количественных показателях. Очевидно, всякому конкретному антропогенному фактору должна отвечать своя мера нагрузки, например охотничье-промысловому воздействию - - ежегодные размеры отстрела промысловых животных, рекреационному -- как минимум численность отдыхающих и продолжительность рекреационных занятий, отраслям промышленности - - количество и состав вредных отходов и т. д. В каждом

случае нагрузка может быть выражена как в абсолютных, так и в относительных показателях. Как правило, для эколого-географического анализа предпочтительнее второй вариант — в форме удельной нагрузки (или ее плотности), отнесенной к единице площади. Так, техногенная геохимическая нагрузка на атмосферу от источников, находящихся в данном ландшафте, выражается средней плотностью выброса загрязняющих веществ на 1 км^2 (см. рис. 13), аналогичная нагрузка на поверхностные воды — плотностью сброса сточных вод на 1 км^2 (см. рис. 14).

Из огромного множества возможных показателей антропогенной нагрузки наиболее важны те, которые дают представление о физической сущности воздействия, о его «механизме». С этой точки зрения возникает необходимость в функциональной классификации антропогенных нагрузок, т. е. такой классификации, которая согласована с современными представлениями о функционировании ландшафта¹. В первом приближении можно различать нагрузки механические (вынос материала при добыче полезных ископаемых, уплотнение почвы под действием сельскохозяйственной техники, выпаса скота или деятельности рекреантов и т. п.), геохимические (привнос или изъятие тех или иных химических элементов), биотические (изъятие биологической продукции, изменение структуры и видового состава сообществ и т. п.), энергетические (непосредственный выброс тепла или косвенное нарушение теплового баланса).

При оценке антропогенных нагрузок нельзя не учитывать фактор времени. Эффект воздействия зависит от его продолжительности (оно может быть и долговременным, практически перманентным, и кратковременно-эпизодическим) и изменения интенсивности во времени. В некоторых случаях фактор времени как бы автоматически заложен в показателе нагрузки (например, в статистической информации по загрязнению природной среды, которая приводится к календарному году). Известны различные попытки ввести фактор времени в оценку рекреационных нагрузок на геосистемы.

Таким образом, антропогенную нагрузку можно определить как количественную меру воздействия на геосистему или на ее компоненты, выражаемую в натуральных абсолютных или относительных (удельных) показателях и отнесенную к периоду, в течение которого воздействие сохраняло стабильный характер.

Понятие антропогенной нагрузки приложимо к геосистемам любого уровня, которые нередко подвергаются однотипному воздействию с однородной интенсивностью на всем пространстве отдельных морфологических подразделений ландшафта. Таковы, например, урочища, практически полностью используемые под богарные или орошаемые пахотные земли, кормовые или рекреационные угодья. Но ландшафты и региональные системы более высоких уровней, как правило, одновременно подвергаются многообразным антропогенным нагрузкам, сложно сочетающимся во времени и пространстве. В этих случаях возникает проблема оценки интегральной нагрузки, которая не может осно-

¹ См.: Исаченко А. Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. М., 1991. С. 163-200.

ываться на каком-либо едином натуральном показателе. Выход может быть найден в использовании косвенного показателя, имеющего наибольшее интегральное значение. Эмпирически было установлено, что таким показателем может служить общая плотность населения. С изменением плотности населения, как правило, согласуются уровень освоенности территории, интенсивность хозяйственной деятельности и антропогенного воздействия на ландшафты. Увеличение населенности влечет за собой рост потребления различных природных ресурсов (в том числе водных, рекреационных, местных пищевых), увеличение автомобильного парка, количества коммунально-бытовых отходов, не говоря уже об отходах производств, в которых занята активная часть населения.

Пользуясь шкалой общей плотности населения (см. рис. 7), можно установить восемь основных уровней интегральной антропогенной нагрузки на ландшафты страны. При дальнейшей детализации важно отразить различие в структуре интегральной нагрузки, и прежде всего по соотношению двух главных типов -- индустриального и доиндустриального (практически — сельскохозяйственного). В качестве первичных признаков можно было бы использовать плотность городского и сельского населения. Но эти показатели имеют лишь вспомогательное значение. Как известно, существуют мощные очаги индустриальных нагрузок (в частности, загрязнения атмосферы и почвы) при относительно небольшой концентрации населения. Поэтому более обоснованным представляется использование некоторых натуральных показателей антропогенной нагрузки в их осредненных региональных значениях. Наиболее репрезентативными из них оказались средняя плотность вредных атмосферных выбросов (см. рис. 13), средняя плотность сброса загрязненных сточных вод (см. рис. 14) и распаханность (см. рис. 10). С учетом всех перечисленных критериев на мезорегиональном уровне на территории России выделено 30 групп ландшафтных провинций и подпровинций по интегральному уровню антропогенной нагрузки и ее важнейшим структурным особенностям. Некоторые типичные примеры представлены в табл. 8.

Антропогенные нагрузки ведут к различным нарушениям функционирования геосистем. Данные о подобных нарушениях уже приводились в настоящей главе. Попытаемся теперь обобщить их в предельно сжатой форме.

1. В результате механической обработки почвы, добычи полезных ископаемых, возведения различных сооружений и создания иных механических нагрузок на почвы и подстилающие породы, уничтожения растительного покрова нарушается гравитационное равновесие в геосистемах и происходит перемещение твердых масс под действием силы тяжести, сопровождаемое появлением антропогенных форм рельефа и выносом твердого материала из ландшафта. Следует особо подчеркнуть необратимый характер этих нарушений. Разрушенные при разработке минеральных ресурсов формы рельефа не восстанавливаются, извлеченные из недр горные породы и смытый слой почвы не возобновляются, вынесенное из ландшафта вещество не возвращается.

2. Забор воды на производственные и бытовые нужды, создание водохранилищ, каналов, оросительных систем, осушение земель, изменение раститель-

Таблица 8. Показатели антропогенной нагрузки по избранным ландшафтным мезорегионам

| Уровень антропогенной нагрузки | | | Ландшафтные провинции и лодпровинции | Плотность населения, чел. /км ² | | | Выброс вредных веществ в атмо- сферу, /км ² Т | Сброс грязнен- ных вод, тыс | Расп- хан- ност % |
|---------------------------------|----------------|---------------------------|---|--|-----------------|----------------|---|--------------------------------------|----------------------------|
| общей | индустриальной | сельскохозяйс- твенной | | всего | город- ского | сельс- кого | | | |
| Очень высокий | Очень высокий | Повышенный | Волго-Окская (Московская) подта- ежная | 227 | 207 | 20 | 25 | 46 | 30 |
| | То же | То же | Кузнецкая лесостепная | 124 | 114 | 10 | 75 | 30 | 40 |
| Высокий | Высокий | Высокий | Среднерусская широколиственно- лесная | 68 | 52 | 16 | 18 | 10 | 66 |
| | Повышенный | Очень высокий | Кубанская степная | 68 | 33 | 35 | 9 | 52 | 68 |
| Повышенный | Высокий | Умеренный | Зауральская южнотаежная | 27 | 24 | 3 | 39 | 5 | 5 |
| | Повышенный | Низкий | Западно-Кольская субарктическая | 34 | 32 | 2 | 18 | 4 | <1 |
| | Умеренный | Высокий | Приволжская широколиственно- лесная | 38 | 22 | 16 | 4 | 3 | 46 |
| | Низкий | Высокий | Среднерусская северостепная | 25 | 10 | 15 | <1 | 1 | 57 |
| Умеренный | Пониженный | Повышенный | Северо-Западная подтаежная | 12 | 7 | 5 | 0,4 | 1 | 15 |
| | Низкий | Высокий | Среднерусская среднестепная | 13 | 4 | 9 | 0,3 | 1 | 59 |
| Пониженный | Пониженный | Умеренный | Баргинская степная | 7 | 5 | 2 | 1 | 0,5 | 15 |
| | Очень низкий | Повышенный | Северных Увалов южнотаежная | 6 | 2 | 4 | - | 0,6 | 12 |
| Низкий | Пониженный | Низкий | Карельская северотаежная | 2,2 | 1,8 | 0,4 | 1,4 | 0,2 | 0,3 |
| | Низкий | Пониженный | Северо-Западная среднетаежная | 3,4 | 1,9 | 1,5 | 0,2 | 0,2 | 1,1 |
| | Незначительный | Низкий | Двинско-Мезенская северотаеж- ная | 1,0 | 0,2 | 0,8 | - | - | 0,1 |
| Очень низкий | Незначительный | Очень низкий | Тунгусская среднетаежная | 0,2 | 0,1 | 0,1 | - | - | 0,02 |
| | Отсутствует | То же | Нижнеленская северотаежная | 0,8 | - | 0,8 | - | - | - |
| Незначительный | То же | Незначительный | Оленекская северотаежная | 0,08 | 0,07 | 0,01 | - | - | - |
| Среднее по Российской Федерации | | | | 8,6 | 6,3 | 2,3 | 3,1 | 1,6 | 7,8 |

ного покрова, обработка почвы вызывают нарушения естественного влагооборота и баланса влаги в ландшафте; изменяются соотношения между испарением, транспирацией, поверхностным и грунтовым стоком и характеристики внутrigодового режима влагооборота.

3. Прямые и косвенные антропогенные воздействия на биоту обуславливают резкое нарушение биологического равновесия в ландшафте, сокращение биологической продуктивности и запасов биомассы, а тем самым биологического круговорота веществ - вплоть до его полного выпадения. Уничтожение или нарушение растительного покрова оказывает дестабилизирующее влияние на все другие звенья функционирования геосистем.

4. Поступление производственных и бытовых отходов в природную среду дает толчок техногенной миграции химических элементов и нарушению геохимического равновесия в ландшафтах. К ранее приведенным материалам на эту тему необходимо добавить, что среди элементов, вовлеченных в техно

генный круговорот, на первом месте стоит углерод, содержащийся в диоксиде углерода - главном продукте сжигания топлива, составляющем основную массу техногенных выбросов в атмосферу². Диоксид углерода рассеивается по всей тропосфере. Увеличение его концентрации в воздушной среде может приобрести глобальное физико-географическое и экологическое значение благодаря влиянию на тепловой баланс атмосферы (о чем идет речь ниже), а также на усиление фотосинтеза и на растворяющее действие водных растворов.

5. Побочным следствием хозяйственной деятельности является изменение теплового баланса атмосферы земной поверхности. Прямое воздействие на энергетику ландшафта оказывает непосредственный выброс тепла в природную среду в результате производства энергии, по отношению к которому иногда применяется термин «тепловое загрязнение» (например, при сбросе нагретой воды от тепловых и атомных электростанций). Весьма многообразны косвенные антропогенные энергетические факторы, которые можно объединить в три группы: а) преобразование подстилающей поверхности путем ирригации, вырубки лесов, создания водохранилищ, искусственного покрытия в городах и т. д., влияющее на радиационный и тепловой балансы через изменение альбедо земной поверхности и величины испарения; б) увеличение концентрации в атмосфере так называемых парниковых газов техногенного происхождения, в основном диоксида углерода; в) увеличение содержания аэрозоля в атмосфере, т. е. ее запыленность.

Количественная оценка каждого из перечисленных факторов и их суммарного эффекта затруднительна. Влияния различных факторов часто противоречивы и недостаточно изучены. Многие специалисты придают особое значение парниковому эффекту, который, по их мнению, должен вести к прогрессирующему повышению температуры воздуха в глобальных масштабах. Но росту концентрации диоксида углерода должно сопутствовать увеличение облачности, приводящее к потере части солнечной радиации из-за ее отражения. Кроме

² Диоксид углерода не токсичен и не оказывает прямого негативного влияния на здоровье человека, поэтому он не вошел в обзор поллютантов — загрязнителей атмосферы.

того, механизм техногенного изменения баланса диоксида углерода в атмосфере еще мало известен; следует, в частности, ожидать, что усилится его поглощение растениями и водами Мирового океана. Пылевые частицы в атмосфере поглощают длинноволновое излучение земной поверхности и тем самым усиливают парниковый эффект, но в то же время способствуют образованию облаков, а значит, и сокращению поступления лучистой энергии Солнца на поверхность Земли. Поэтому к прогнозам глобального техногенного потепления климата следует относиться с большой осторожностью.

Термический эффект антропогенных воздействий наиболее явственно ощущается в локальных масштабах, особенно в местном климате крупных городов, где проявляется действие всех прямых и косвенных техногенных энергетических факторов и температура воздуха в среднем за год на 1—2°C, а в холодное время года на 5-7°C выше, чем в окрестностях. Заметные изменения температурного режима наблюдаются в оазисах, на берегах крупных водохранилищ.

Большинство геосистем подвергаются одновременно различным антропогенным нагрузкам. Однако, оценивая степень антропогенной трансформированности геосистем, недостаточно основываться на учете современных нагрузок, ибо в нынешнем состоянии ландшафтов отразилось наложение последствий исторически сменявшихся воздействий прошлого. Антропогенные трансформации геосистем находят свое выражение в изменении их структуры и динамики, которые неодинаково проявляются в системах разного уровня. Геосистемы локального уровня, т. е. морфологические подразделения ландшафта, гораздо чувствительнее к антропогенным воздействиям, чем собственно ландшафт и тем более региональные системы высоких рангов. Фации и урочища подвержены быстрым и радикальным антропогенным трансформациям и в реальной действительности представлены многочисленными *производными (антропогенными) модификациями*. Так, в южнотаежных ландшафтах на месте типичных плакорных урочищ с темнохвойным лесом в результате человеческой деятельности возникли застроенные площади, заболоченные вырубki, суходольные луга, пахотные угодья с различным набором культур, производные мелколиственные леса и т. д. Отличительная особенность подобных модификаций — неустойчивость и большая изменчивость во времени. В сущности, каждую модификацию следует рассматривать как временную стадию (сукцессию) в факторально-динамических рядах антропогенизации (т. е. восстановительных смен после снятия нагрузки).

Нарушенная геосистема стремится вернуться в исходное состояние, но это стремление существует как тенденция, которая полностью реализуется лишь в виде исключения. Процесс ренатурализации может идти разными путями и в определенных условиях задерживается на некоторой промежуточной стадии, которой соответствует более устойчивая модификация, чем исходная (например, с длительнопроизводными мелколиственными лесами на месте коренных темнохвойных вблизи границ экологического оптимума последних). В случае же, когда интенсивность антропогенной нагрузки переходит за некоторую критическую черту, изменения морфологической части ландшафта могут оказаться необратимыми и на ее месте возникает новая локальная геосистема. Такой

результат возможен главным образом при нарушении твердого фундамента (глубокие карьеры, сnivelированные положительные формы рельефа и т. п.). Большинству же модификаций присущи неустойчивость и относительная обратимость. Таковы все угодья, находящиеся в обработке. Они не способны к самостоятельному существованию и функционируют лишь в постоянно поддерживаемом искусственном антропогенном режиме. Посевы могут погибнуть от засухи, нашествия вредителей и даже от единичного заморозка; пахотный слой может исчезнуть в результате единичного ливня или пыльной бури.

Ландшафт - - система несравнимо более сложная, устойчивая и долговечная, чем фации и урочища, и не столь легко поддающаяся антропогенной трансформации. Если антропогенная смена геосистем топологического уровня - - явление довольно обычное, совершающееся на наших глазах, то возможность возникновения нового, в полном смысле слова антропогенного, ландшафта весьма проблематична. Хозяйственная деятельность обычно ведет к усложнению морфологической дифференциации ландшафта, усиливает его внутреннюю пестроту. Но даже полная антропогенизация всех урочищ не создает антропогенный ландшафт, ибо ландшафт не есть простая сумма всех его морфологических подразделений. Преобразование последних обычно не затрагивает инвариантные качества ландшафта как целого и его первичные компоненты - - твердый фундамент и климат.

Антропогенные воздействия охватывают главным образом вторичные компоненты ландшафта -- биоту, почву, гидрографическую сеть. Чтобы заменить данный ландшафт новой устойчивой системой, необходимо по меньшей мере преобразовать определяющие зональные и аazonальные факторы его формирования, однако это не под силу современному человеку. Строго говоря, термин «антропогенный» (т. е. буквально «созданный человеком») ландшафт некорректен, поскольку человек способен лишь видоизменить природный ландшафт. Точнее было бы говорить «антропогенизированный ландшафт».

Оценка антропогенной трансформированности ландшафтов, очевидно, не может основываться на тех критериях, которые используются для геосистем локального уровня. Тем не менее характер пространственно-динамических соотношений антропогенных модификаций морфологических подразделений ландшафта является его существенным признаком и может служить основой для первичной сравнительной оценки степени его антропогенной нарушенности.

Подобная оценка произведена для ландшафтов Ленинградской области. При этом доля площадей, занятых различными модификациями, была выражена во взвешенных процентах, т. е. каждой модификации придан весовой коэффициент, приближенно отражающий степень нарушенности элементарных геосистем. За единицу, или 100%, принято состояние максимальной степени трансформированности геосистемы, что соответствует сплошь застроенной территории. Абсолютную незатронутость геосистемы антропогенным воздействием можно было бы обозначить как нулевую, но практически таких ситуаций не бывает. Поэтому для минимальной антропогенной нарушенности принят весовой коэффициент 0,1.

Весь ранжированный ряд с весовыми коэффициентами имеет следующий вид:

- 0,1 - - неосушенные болота, естественные водоемы;
- 0,2 -- условно-коренные леса (спелые и перестойные ельники и сосняки);
- 0,3 - - коренные леса на разных стадиях восстановления;
- 0,4 -- длительнопроизводные мелколиственные леса;
- 0,5 - - пастбища и сенокосы;
- 0,6 - - обрабатываемые земли (пашни, многолетние насаждения, садоводства);
- 0,7 - - выработанные торфяники;
- 0,8 - - карьеры, отвалы;
- 0,9 - - искусственные водохранилища;
- 1,0 -- жилая и промышленная застройка.

В результате суммирования взвешенных процентов площадей (т. е. фактического процента, умноженного на весовой коэффициент) всех учтенных модификаций для каждого ландшафта получен показатель, который можно назвать индексом антропогенной трансформации (ИАТ). Максимальная величина ИАТ (в гипотетическом случае сплошной застройки ландшафта) составляет 100, фактически полученная для административной территории С.-Петербурга как субъекта Российской Федерации -- 67, средняя для территории Ленинградской области -- 31, а для отдельных ландшафтов области диапазон ИАТ лежит в пределах 26-42 (рис. 15). Несмотря на определенную условность показателя, неполный учет модификаций (например, подвергшихся мелиорации, рекреационной дигрессии) и не всегда адекватную точность исходных данных, полученные результаты достаточно объективно отражают закономерности антропогенной трансформации ландшафтов рассматриваемой территории.

На рис. 15 нетрудно заметить, что наивысшими (после территории С.-Петербурга) величинами ИАТ выделяется полоса, протянувшаяся южнее бывшей столицы России от р. Нарвы до Волхова. Это объясняется двумя факторами - близостью к С.-Петербургу и разнообразным ресурсным потенциалом ландшафтов: богатейшими и удобными для обработки почвами (Ижорский ландшафт, № 13 на рис. 15), запасами строительного камня (в ландшафтах Ижорском и Путиловском, № 20), сланцев и фосфоритов (в Нарвско-Лужском ландшафте, № 12), а также торфа, подземных вод. На противоположном конце шкалы ИАТ компактно расположена большая группа ландшафтов, занимающая всю восточную половину области. Максимальная удаленность от главного экономического центра, в сочетании с относительной ограниченностью природных ресурсов, в особенности агроклиматических и почвенных, обусловили существенное ослабление антропогенных нагрузок и односторонний лесозаготовительный характер антропогенной трансформации ландшафтов. Остальные ландшафты занимают по величине ИАТ промежуточное положение.

Описанный выше подход целесообразно применить для первичной оценки антропогенной нарушенности ландшафтов всей страны. Однако обширность территории и недостаток необходимой информации вынуждают прибегнуть к упрощенным приемам. Как и на других этапах эколого-географического исследования в масштабах всей страны (анализ экологического потенциала ланд-

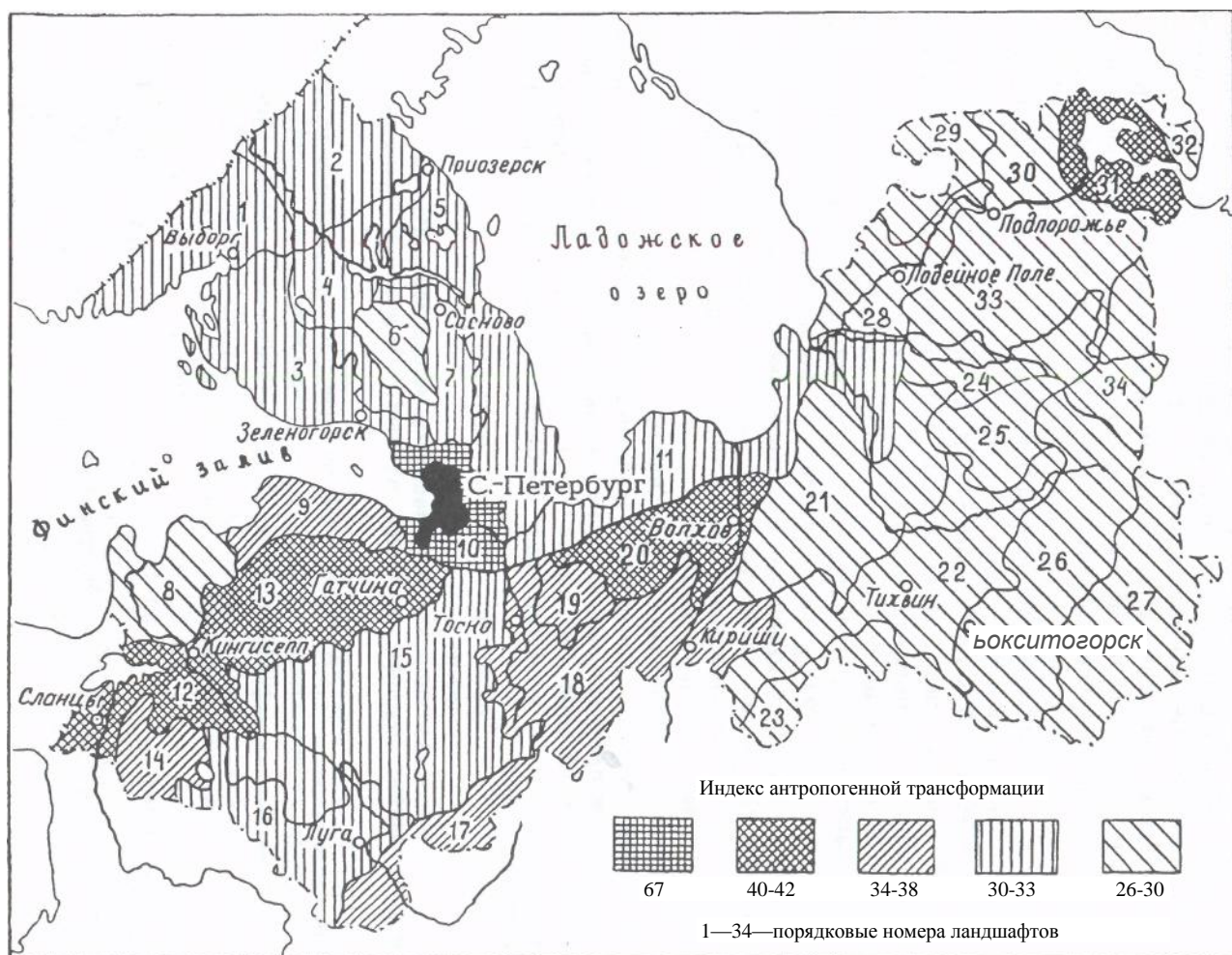


Рис. 15. Антропогенная трансформация ландшафтов Ленинградской области.

шафтов, населенности и хозяйственной освоенности, антропогенных нагрузок и т. д.), в данном случае оптимальным территориальным уровнем для расчетов следует признать мезорегиональный, т. е. систему ландшафтных провинций и подпровинций, образующих сетку почти из 200 пространственных единиц. Существенное упрощение выразилось в отказе от весовых коэффициентов: доля всех модификаций учитывается по реальному процентному соотношению занимаемых ими площадей. Кроме того, ограничен классификационный набор самих модификаций: в расчет приняты лишь те из них, которые могут иметь фоновое мезорегиональное значение и, как правило, занимают не менее 5—10% общей площади. Из расчетов исключены площади под жилой и производственной застройкой, на которые даже в самых урбанизованных мезорегионах приходится не более 3-5% территории и которые при этом трудно поддаются относительно точному учету. Доля земель, нарушенных добычей полезных ископаемых, лишь в единичных случаях превышает 1%.

Принятые для дальнейших расчетов укрупненные категории модификаций можно объединить в следующие группы: 1) ненарушенные (нивальные-гляци-альные высокогорные, гольцовые, арктические, не используемые в хозяйственных целях), 2) слабо нарушенные (болотные, озерные, лесные коренные и условно-коренные), 3) сильно нарушенные (лесные длительнопроизводные и восстанавливающиеся, пастбищные, сенокосные) и 4) арвальные, находящиеся в обработке (от лат. *arvum* — пашня).

Все ландшафтные мезорегионы объединены в 21 группу по соотношению основных антропогенных модификаций геосистем. Эти группы, в свою очередь, ранжированы в примерном соответствии со степенью трансформированности ландшафтов (табл. 9, рис. 16 и 17 на этих картах дополнительными знаками показана доля водохранилищ в общей площади мезорегионов там, где она превышает 1%).

Таблица 9. Группировка ландшафтных мезорегионов России по площадному соотношению антропогенных модификаций геосистем

| Зональные типы ландшафтов | Антропогенные модификации, в процентах от общей площади | | |
|---|---|-------------------------------------|-----------------------------|
| | доминантные | субдоминантные | прочие |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| <i>Абсолютное преобладание преобразованных геосистем</i> | | | |
| 1. Степные типичные | А 50-70 | П 10-25 | С, Лн<1 |
| 2. Лесостепные, реже широколиственно-лесные | А 50-70 | - | С 5-10, П 4-10, Лн 5-10 |
| <i>Относительное преобладание преобразованных и сильно нарушенных геосистем</i> | | | |
| 3. Степные сухие и типичные | А 40-50 А 45-50 | П 25-40 Лнп 20-30 | С<5, Лн<1 С 5-10, П 5-10 |
| 4. Широколиственно-лесные, реже лесостепные | А 30-40 | Лп 10-30, Б 10-20, П 10-20, С 10-15 | В |
| 5. Лесостепные | | | |
| 6. Сухостепные | П 30-50 | А 20-30 | С<5, Лп<5 |

Окончание таблицы 9

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|-----------------------|--------------------------------|----------------------------|
| <i>Абсолютное преобладание сильно нарушенных лесных геосистем</i> | | | |
| 7. Подтаежные, реже южно-таежные | А 25-40 | Лп 20-30, Лн 10-20, С 10-15 | П 5-10, Лс<5 |
| 8. Южнотаежные и подтаежные | Лп 25-40 | Лн 20-30, А 15-20 | С 5-10, П 5-10, Лс 5-10 |
| 9. Южнотаежные | Лп 30-50 | Лн 25-30, Б 10-20, А 5-15 | Лс 5-10, С 3-10, П 1-5 |
| <i>Сочетание сильно и слабо на душенных лесных геосистем</i> | | | |
| 10. Южнотаежные | Лпн 40-50, Б 40-50 | - | С 3, А 3, П 2 |
| 11. Средне- и южнотаежные | Лс 30-40 | Лн 20-30, Лп 15-30, Б 10-20 | П 1-5, А 1-3, С 1-3 |
| 12. Средне- и северотаежные | Лн 25-30 | Лс 15-20, Б до 20, В до 15 | Лп 5-10, А<2, С<1 |
| <i>Абсолютное преобладание сильно нарушенных нелесных геосистем</i> | | | |
| 13. Полупустынные и пустынные | П 70-75 | - | А<10 |
| 14. Тундровые и лесотундровые | П>50 | В, Б | Г |
| <i>Абсолютное преобладание слабо нарушенных лесных геосистем</i> | | | |
| 15. Средне- и северотаежные | Лс 40-50 | Лп 10-30, Лн 10-20, Б до 20 | С<1, П<0,5, А<0,2 |
| 16. Северотаежные | Лс 40-50 | Лн, Б, Г | А<0,1, С<0,1, П<0,1 |
| 17. Средне- и северотаежные | Б 50-70 | Лс 20-30, Лпн 10-20, В | С<3, П<1, А<0,5 |
| <i>Преобладание сильно нарушенных горных геосистем</i> | | | |
| 18. Горно-степные и горно-лесные | П 20-60 | Лпн 10-30 | Г, А<10 |
| 19. Горно-лесные | Лпн 50-60 | Лс 15-20 | А<10, П<10, Г |
| <i>Преобладание слабо нарушенных и ненарушенных горных геосистем</i> | | | |
| 20. Горно-таежные | Лс 60-70 | Лпн 20-30 | П<5, А<3, Г |
| 21. Горно-таежные и гольцовые | Г>50, Лс | - | Лн |

Примечание. Буквенные индексы модификаций: А — арвальные (обрабатываемые), П — пастбищные, С — сенокосные, Лп — лесные длительнопроизводные, Лн — лесные сильно нарушенные, Лс — лесные коренные и условно-коренные, Б — болотные, В — водные (озерные), Г — горные выше границы леса (неиспользуемые).

Как и можно было ожидать, в антропогенной трансформации ландшафтов обнаруживаются те же связи с их ресурсно-экологическим потенциалом и те же географические закономерности, которые выявились при анализе хозяйст-

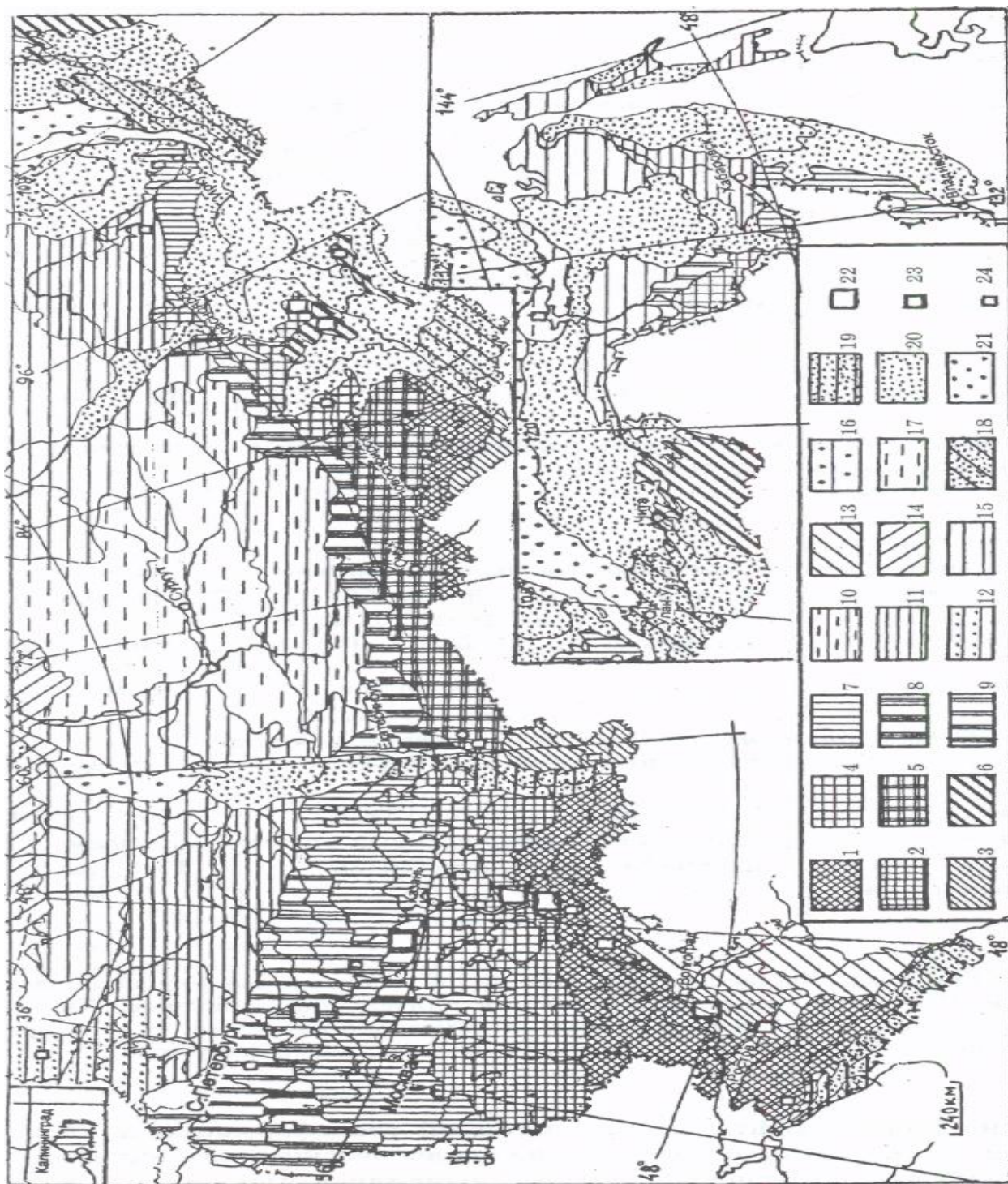


Рис. 16. Антропогенная трансформация геосистем по ландшафтным мезорегионам России (запад и юг). 1-21 — группы ландшафтных мезорегионов (пояснения в табл. 9); 22-24 — доля водохранилищ в общей площади мезорегионов, %: 22 — более 10, 23 — от 5 до 10, 24 — от 1 до 5.

Рис. 17. Антропогенная трансформация геосистем по ландшафтным мезорегионам России (север и восток).
Условные обозначения те же, что на рис. 16.

венной освоенности территории (см. гл. 5). Обращает на себя внимание зависимость характера и степени нарушенности структуры ландшафтов от их зонального типа, а следовательно от их существенных (инвариантных) природных свойств. Наиболее интенсивной трансформации подвергались ландшафты типичной степи, лесостепи и зоны широколиственных лесов. Как к северу, так и к югу от пояса экологического оптимума степень нарушенности ландшафтов ослабевает, вновь возрастая в предсубтропиках. Не менее очевидно влияние долготной секторности и высотной ярусности.

Итак, в условиях продолжающегося неконтролируемого антропогенного воздействия мы сталкиваемся с парадоксальной ситуацией, когда наиболее серьезные и негативные трансформации проявляются в ландшафтах, изначально самых благоприятных для расселения и хозяйственной деятельности.

7. УСТОЙЧИВОСТЬ ГЕОСИСТЕМ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ

Всякой геосистеме присуща устойчивость • - свойство, которое в самой общей форме можно определить как способность сохранять структуру и функционирование при воздействии возмущающих внешних, в том числе антропогенных, факторов и возвращаться в исходное состояние. Устойчивость диалектически взаимосвязана с изменчивостью, причем устойчивость всегда относительна, тогда как изменчивость абсолютна. Устойчивость близка к таким свойствам геосистем, как инерционность, долговечность, обратимость, но ее не следует смешивать с инертностью как абсолютной неизменностью состояния. В геосистеме непрерывно происходят спонтанные изменения, как эволюционные, направленные, так и динамические, колебательные. Но сами эти изменения (например, сезонные) имеют устойчивый характер и не выходят за пределы, отвечающие более или менее длительному этапу эволюционного развития.

Устойчивость геосистемы — понятие многоплановое. Можно различать три формы ее проявления: 1) инерционность -- способность геосистем противостоять внешним воздействиям и сохранять свое состояние, т. е. инвариантные черты структуры и функционирования, в течение заданного интервала времени; 2) обратимость, или восстанавливаемость, - - способность возвращаться в состояние, предшествовавшее возмущающему воздействию; 3) пластичность, или вариантность поведения, -- возможность реализации различных динамических траекторий смены модификаций в результате внешнего воздействия, с переходом в новое относительно устойчивое состояние.

Дестабилизирующие внешние факторы весьма многообразны, и реакция геосистем на них может оказаться противоречивой. Поэтому устойчивость должна определяться отдельно по отношению к каждому из них. Один и тот же ландшафт может быть устойчивым, например, к техногенным загрязнениям, но не выдерживает механических нагрузок; более того, устойчивость к различным загрязнителям может оказаться неодинаковой. Так, если рассматривать способность ландшафта к самоочищению как одно из проявлений его устойчивости к техногенным нагрузкам, то известно, что самоочищение от вредных органических примесей усиливается с севера на юг, а от жидких минеральных веществ - - в обратном направлении. В дальнейшем мы будем касаться только устойчивости геосистем к антропогенным воздействиям. Но и при таком ограничении круг вовлекаемых в рассмотрение и далеко еще не до конца решенных вопросов оказывается достаточно широким и сложным.

Как мы уже знаем (§6.3), большинство современных геосистем представлены многочисленными антропогенными модификациями, в той или иной мере устойчивыми или неустойчивыми. Следовательно, нужно отличать реальную, или актуальную, устойчивость геосистемы в ее нынешнем, как правило, нарушенном, состоянии от потенциальной, которая может быть отнесена к некоторому исходному коренному или условно-коренному состоянию (в данном

случае можно говорить о ретроспективной устойчивости) и к ожидаемому состоянию на заданный срок в будущем (перспективная, или прогнозная, устойчивость).

Реальная устойчивость временных модификаций коренных геосистем представляет определенный практический интерес. В ряде случаев производная модификация геосистемы может обладать более высоким экологическим или ресурсным потенциалом, чем ее исходный инвариант, и восстановление ее первоначального состояния, даже если это и возможно, экологически нецелесообразно. Сказанное следует отнести к преднамеренно преобразованным, в частности мелиорируемым, геосистемам. Кроме того, многие современные ландшафты целесообразно рассматривать как объекты для переводов в новое, экологически и экономически более эффективное состояние с заданными качествами, т. е. в культурный ландшафт. В подобных случаях нас должно интересовать обеспечение будущей (перспективной) устойчивости такого ландшафта. Ландшафты степной зоны в своем нынешнем антропогенезированном состоянии значительно менее устойчивы к внешним воздействиям, чем доисторические степи. Но еще В. В. Докучаев и его сотрудники доказали возможность создания в степи достаточно устойчивых и высокопродуктивных культурных ландшафтов.

Механизм устойчивости заключен в структуре и функционировании геосистемы он определяется устойчивостью отдельных компонентов и их взаимными связями. В этом механизме каждому компоненту принадлежит особая роль. К твердому фундаменту ландшафта приложимо понятие инерционности, или устойчивости первого типа, а в сущности - - пассивной устойчивости. Она основана на равновесии между силами сцепления твердых частиц и силой земного притяжения, иначе говоря, на гравитационном равновесии. Формы земной поверхности тем устойчивее, чем выше силы сцепления внутри твердого материала, слагающего эти формы. В естественных условиях на земной поверхности складывается относительно устойчивое гравитационное равновесие, рельеф изменяется медленно и играет существенную, хотя и пассивную, стабилизирующую роль в ландшафте. Однако рельеф подвержен интенсивному антропогенному воздействию, что влечет за собой нарушение гравитационного равновесия, усиление денудационных процессов, дестабилизацию и необратимую трансформацию геосистем (преимущественно на локальном уровне).

Биоту, а практически растительность, в известном смысле можно рассматривать как антипод абиотического фундамента: в отличие от последнего она способна активно противостоять внешнему воздействию и восстанавливаться после нарушения. Таким образом, растительному покрову присуща обратимость и, следовательно, устойчивость второго типа и вместе с тем вариантность поведения (пластичность). Эти свойства, наряду со способностью вовлекать в круговорот косную материю, накапливать живую и мертвую фитомассу, определяют важнейшую стабилизирующую функцию растительного покрова в механизме устойчивости геосистем.

В почве тесно переплелись различные геосистемные связи и потоки. Она в определенной степени несет в себе дестабилизирующие свойства, присущие

тврдому фундаменту ландшафта, и при антропогенном воздействии легко подвергается денудации. Но в то же время почва выполняет важные буферные функции и является главным звеном в механизме геохимической устойчивости геосистем. Последнее в большей степени зависит от способности почвы к самоочищению. Однако устойчивость самой почвы к антропогенным воздействиям, в особенности к механическим нагрузкам, в свою очередь, зависит от состояния других компонентов ландшафта и в том числе развитости растительного покрова.

Своеобразна и во многом противоречива роль наиболее мобильных компонентов, выполняющих транзитные функции, в механизме устойчивости геосистем. Воздушные и водные потоки, выносящие субстанцию из ландшафта, способствуют его дестабилизации и ослабляют устойчивость к механическому воздействию, однако одновременно, удаляя из ландшафта техногенные примеси, они повышают его геохимическую устойчивость.

Важнейшие предпосылки устойчивости ландшафта создаются теми его свойствами, которые позволяют активно противостоять внешним воздействиям и восстанавливать нарушенное равновесие. Ключевое значение в этом отношении принадлежит растительному покрову, о стабилизирующих функциях которого уже не раз говорилось. Особо следует подчеркнуть, что от его развитости зависят стабилизирующие или дестабилизирующие проявления других компонентов. Воздушный и водный компоненты ландшафта, в сущности, не имеют собственных механизмов устойчивости, их состояние зависит главным образом от внешних факторов, и потому они могут играть серьезную дестабилизирующую роль. Высокопродуктивный растительный покров вовлекает значительную часть циркулирующей в ландшафте воды во внутренний влагооборот, использует ее для создания биомассы и усиления биологического круговорота веществ и вместе с тем ослабляет дестабилизирующую роль водного компонента и потерю химических элементов почвы. Заметим, что основные различия между реальной и потенциальной устойчивостью ландшафта определяются наличием или отсутствием естественного растительного покрова, а также его состоянием.

Таким образом, в конечном счете устойчивость ландшафта к воздействию внешних факторов определяется интенсивностью его функционирования в целом, что предполагает высокий уровень внутреннего метаболизма, в том числе влагооборота и геохимического круговорота веществ, прежде всего биогенного, продуцирования и накопления биомассы. Как известно, интенсивность всех перечисленных процессов зависит от тепло- и влагообеспеченности ландшафта и подчинена общим географическим закономерностям. Поэтому можно ожидать, что территориальная изменчивость устойчивости ландшафтов должна в самых общих чертах иметь зональный характер. Если принять за основу оценки устойчивости среднее из величин перечисленных показателей функционирования для каждого зонального типа ландшафтов России, то в первом приближении их можно расположить в такой последовательности в порядке уменьшения устойчивости: предсубтропические — широколиственно-лесные и лесостепные - - подтаежные - - южнотаежные - - типичные степные - - сред-нетаежные, сухостепные — северотаежные вне области многолетней мерзлоты,

полупустынные — северотаежные мерзлотные, лесотундровые, пустынные — тундровые, арктические.

Приведенную схему следует рассматривать как теоретическую и сугубо ориентировочную, требующую конкретизации. Прежде всего, нужно подчеркнуть, что она относится к «идеальным» ландшафтам, не затронутым антропогенными воздействиями, т. е. к потенциальной устойчивости. Было бы некорректно ранжировать по этой схеме современные степи, лишенные естественного растительного покрова, наряду с таежными ландшафтами, сохранившими этот покров, хотя и в измененном виде.

Далее, необходимо иметь в виду, что данная схема разработана применительно к равнинным ландшафтам. Горные ландшафты должны быть выделены в особый класс с высокой потенциальной гравитационной неустойчивостью. Кроме того, и при внутризональном анализе равнинных ландшафтов выявляются существенные азональные контрасты; на фоне относительно высокой общей зональной устойчивости выделяются отдельные ландшафты и их группы, резко неустойчивые к денудации из-за больших уклонов поверхности, легко размываемых или карстующихся пород и т. п.

Наконец, выяснение устойчивости ландшафтов приобретает конкретный практический смысл, когда мы переходим от общих теоретических построений к «адресной» оценке устойчивости по отношению к определенным возмущающим факторам. Приоритетными следует считать два направления исследований устойчивости геосистем: 1) по отношению к механическим нагрузкам или, быть может точнее сказать, ко всем тем антропогенным воздействиям, которые вызывают нарушение гравитационного равновесия и усиление денудационных процессов; 2) по отношению к геохимическому загрязнению. Речь идет, следовательно, о противоденудационной и геохимической устойчивости.

Слабая противоденудационная устойчивость ландшафта, таящая в себе риск возникновения необратимых изменений, может быть обусловлена различными факторами. В качестве обобщающего показателя устойчивости этого рода полезно использовать модуль стока взвешенных наносов, который интегрирует влияния рельефа, почв, горных пород, стока, стабилизирующих функций растительного покрова и т. д. Низкие значения модуля твердого стока в тайге (порядка 10—20 т/км²-год в Восточно-Европейском секторе) говорят о зональной устойчивости к механической денудации, обусловленной прежде всего наличием мощного лесного покрова. Снижение модуля до 1 т/км²-год и даже более в пределах Балтийского щита — следствие влияния особо прочных скальных пород. В безлесных ландшафтах твердый сток резко возрастает. В некоторых лесостепных и степных районах Восточной Европы его величина приближается к 100 т/км²-год: здесь на естественную зональную закономерность накладывается действие пересеченного рельефа, неустойчивых лессовых грунтов, а в наибольшей степени — распашки. Таким образом, перед нами типичный случай реальной устойчивости антропогенезированных ландшафтов, не вполне сопоставимый с тайгой, где на большей части площади сохранился растительный покров как важнейший стабилизирующий фактор. Модуль твердого стока неизмеримо возрастает в горных ландшафтах, где при сочетании

высокой «энергии рельефа», слабо сцементированных пород и безлесья он может достигать 2000 т/км²-год и более (например, 2500 т/км²-год в бассейне р. Самур, Дагестан).

Дополнением к модулю твердого стока может служить величина ионного стока, которая характеризует интенсивность химической денудации и выноса из ландшафта легкорастворимых соединений. По своим масштабам сток растворимых веществ уступает стоку взвешенных наносов, но в нем прослеживаются аналогичные закономерности и не менее впечатляющая контрастность. Низкие значения (менее 10 т/км²-год, местами менее 1 т/км²-год) наблюдаются как на равнинах тайги (особенно в области многолетней мерзлоты), так и в пустынях, хотя причины здесь разные. Но в карстовых равнинных лесных ландшафтах ежегодный вынос ионов с речным стоком достигает 50-80 т/км², а в карстовых ландшафтах Большого Кавказа - 250-500 т/км².

Ионный сток можно рассматривать и как один из индикаторов естественной геохимической устойчивости ландшафтов. Однако устойчивость последних к техногенному геохимическому загрязнению - особая проблема, требующая определения специфических критериев и индикаторов применительно к разным загрязнителям и их типам. Тем не менее и здесь остаются в силе важнейшие общие закономерности, о которых говорилось выше. Перенос, рассеивание, поглощение, разложение, накопление, вынос поллютантов зависят от тепло- и влагообеспеченности ландшафта, интенсивности стока и биологического метаболизма, щелочно-кислотных, окислительно-восстановительных и других свойств почвы. Сочетания всех этих факторов закономерно изменяются в пространстве. В макрорегиональных масштабах на передний план выдвигается зональность, находящая универсальное проявление в устойчивости ландшафтов к техногенному загрязнению, хотя вектор зональной изменчивости может иметь противоположную направленность, как это уже отмечалось на примерах устойчивости ландшафтов к органическим и минеральным загрязнениям.

В условиях непрекращающегося антропогенного воздействия большую актуальность приобретает проблема поддержания, а по возможности, и повышения устойчивости ландшафтов. Предпосылки для этого могло бы создать снятие или хотя бы ослабление антропогенных нагрузок. С проблемой ограничения нагрузок связан самостоятельный комплекс задач по экологическому нормированию. Однако ожидать в ближайшем будущем радикальных изменений в сфере антропогенного воздействия на ландшафты вряд ли приходится. Поэтому параллельно с разработкой ограничительных экологических нормативов необходимо принимать активные «контрмеры», направленные на укрепление стабилизирующих свойств самого ландшафта, т. е. в первую очередь тех критических компонентов, от которых зависит устойчивость всей системы. Так, в механизме противоденудационной устойчивости ландшафта подобными компонентами можно считать твердый фундамент и растительный покров. Но изменить устойчивость твердого фундамента в сколько-нибудь широких масштабах — если не считать частных инженерных решений локального характера — не в наших силах. Для активного вмешательства в дестабилизирующие процессы и повышение устойчивости ландшафта наиболее действенным ин-

струментом в руках человека может служить растительный покров. Таким образом, сохранение, восстановление и максимальное повышение продуктивности растительного покрова — главное условие поддержания устойчивости ландшафта.

Исследование устойчивости геосистем к антропогенным воздействиям имеет непосредственное отношение к проблеме экологического нормирования. Научно обоснованные экологические нормативы — необходимая предпосылка для государственной экологической политики и управления природопользованием. Между тем современное состояние экологического нормирования надо признать неудовлетворительным. Существуют тысячи различных ведомственных нормативов, направленных на ограничение негативных хозяйственных воздействий на природную среду. В основном это различного рода санитарно-гигиенические регламенты в виде предельно допустимых концентраций (ПДК), выбросов (ПДВ), сбросов (ПДС) загрязняющих веществ, а также предельно допустимых уровней (ПДУ) физических воздействий. О недостатках подобных нормативов уже упоминалось (§6.2). Как правило, они не основаны на надежных критериях, что, в частности, подтверждается принятием неодинаковых уровней ПДК в разных странах. ПДК и ПДУ территориально не дифференцированы и разрабатываются без учета физико-географических условий, влияющих на миграцию загрязнителей и их экологическую эффективность. Ориентация на отдельные ПДК не учитывает взаимодействия поллютантов и их совместного (синэргического) влияния на организмы. Принимая во внимание огромное множество техногенных поллютантов (к настоящему времени их известно не менее 150 000) и еще более необозримое многообразие органического мира — видов, популяций, сообществ, неоднозначно реагирующих на воздействия загрязнителей, — в лучшем случае можно ожидать появления со временем лишь относительно небольшого числа надежных нормативов этого рода.

Помимо нормативов, претендующих на защиту человека и отчасти других живых существ (рыб) от прямого экологического воздействия техногенных загрязнений (о чем речь шла выше), известны попытки ввести регламенты для хозяйственных нагрузок на отдельные природные компоненты. Среди них, например, можно назвать ведомственные нормативы по механической нагрузке сельскохозяйственной техники на почву. С некоторой условностью сюда же можно отнести официально устанавливаемые размеры расчетной лесосеки главного пользования. Многие нормативы этого рода имеют лишь рекомендательный характер. Здесь мы снова сталкиваемся с разнообразием подходов и отсутствием строгих научных основ. Так, для исчисления расчетной лесосеки предложены сотни методов, большой разницей наблюдается в предложениях по способам расчета допустимых рекреационных нагрузок. О какой-либо единой системе нормирования хозяйственных нагрузок на природную среду или о научной концепции в этой области пока еще говорить не приходится.

Есть все основания считать, что проблема экологического нормирования должна решаться на географических (эколого-географических) принципах, не случайно именно географам принадлежит инициатива широкого научного обсуждения этой проблемы в конце 80-х годов. В ходе обсуждения были

намечены подходы к ее решению, которые нашли отражение в опубликованных материалах специальных совещаний¹.

В проблеме экологического нормирования следует различать два аспекта: 1) нормирование параметров прямого техногенного воздействия на живые существа, и прежде всего на человека; 2) нормирование антропогенных нагрузок на геосистемы, приводящих к негативным экологическим последствиям.

Экологические нормы, бесспорно, должны быть ориентированы на человека, на защиту его от вредных техногенных воздействий. Однако было бы глубоким заблуждением ограничиться поисками пороговых значений концентрации различных поллютантов и их регламентации, ибо сущность негативного влияния последствий хозяйственной деятельности на физическое и психическое здоровье человека несравненно глубже и сложнее. Оценка этого влияния предполагает учет множества косвенных причин, связанных с нарушениями функционирования геосистем, составляющих природную среду жизни людей. Поэтому в конечном счете главная задача сводится к регламентации антропогенных нагрузок на геосистемы с целью защиты их от таких воздействий, которые ведут к их деградации, а тем самым - к нарушению социальной функции жизнеобеспечения людей.

Таким образом, проблема экологического нормирования имеет отчетливо географический характер. Нормирование должно быть территориально дифференцированным применительно к реально существующим геосистемам и основываться на ландшафтно-динамическом подходе, при котором ключевое значение приобретает представление об устойчивости геосистем к антропогенным нагрузкам. Поскольку устойчивость геосистем зависит от их уровня, логично допустить, что подходы к нормированию нагрузок на разноранговые геосистемы должны иметь свои особенности. Этот вопрос еще не затронут исследованиями. Однако надо полагать, что первоочередного внимания заслуживают локальные геосистемы и их модификации, непосредственно подвергающиеся антропогенным воздействиям определенного типа - арвальному, пасквальному, рекреационному и т. п. Существующий опыт географических исследований в целях экологического нормирования еще невелик. К настоящему времени наибольшее внимание географов привлекал поиск критических рекреационных нагрузок, исследования в этом направлении иллюстрируют всю сложность задач, связанных с разработкой научных основ экологического нормирования.

В довольно многочисленных методических указаниях и рекомендациях по организации массового отдыха и районным планировкам приводятся различные нормативы рекреационных нагрузок, установленные без какого-либо экспериментального обоснования, путем ориентировочных экспертных прикидок и оценок. Не удивительно, что между ними обнаруживаются существенные несоответствия и противоречия. Экспериментальный подход к разработке нормативов рекреационной нагрузки стал применяться еще в 60-е годы. Он основан

¹ См.: Научные подходы к определению норм нагрузок на ландшафты: Матер. XIV научно-координац. совещания и симпозиума по теме СЭВ III. Ч. 2. М., 1988; Нормирование антропогенных нагрузок: Тез. докл. Всесоюзн. совещания. М., 1988; Методология экологического нормирования: Матер. Всесоюзн. конференции. Ч. 1. Харьков, 1990.

на натурных наблюдениях и измерениях и сводится к сопоставлению стадий рекреационной дигрессии с интенсивностью нагрузок. При этом определяется критическая стадия дигрессии, с которой начинаются необратимые изменения природного комплекса. Соответствующий этой стадии уровень рекреационных нагрузок считается предельно допустимым и может служить критерием для принятия норматива.

В подмосковных лесах установлено 5 стадий рекреационной дигрессии по состоянию растительного покрова (главным образом травяно-кустарничкового яруса). С. А. Дыренков выделил в рекреационных лесах окрестностей С.-Петербурга 4 такие стадии (из которых две последние считаются необратимыми), причем использовал более широкий набор признаков: прирост деревьев, массу хвой, процент разоренных птичьих гнезд, состав авифауны и условий обитания основных видов млекопитающих. Самым сложным оказался вопрос измерения и оценки рекреационных нагрузок. Методы их учета трудоемки, несовершенны и требуют длительных наблюдений. Использовались различные показатели: число шагов на единицу площади, число проходов через единицу площади за единицу времени, суммарный путь, проделанный отдыхающими на единицу площади за единицу времени, и т. п. Но даже при самых тщательных исследованиях выявленные зависимости стадий дигрессии от интенсивности рекреационных нагрузок (или нормативов) колеблются в довольно широком диапазоне, притом выражаются в разных единицах. Н. С. Казанская и ее соавторы пришли к заключению, что в условиях Подмосквья допустимая плотность отдыхающих (имеется в виду воскресный отдых) должна составлять для ельника-кисличника 11—12 чел./час-га. Близкие величины критического уровня посещаемости (10-15 чел./час-га) называет Дыренков для лесов окрестностей С.-Петербурга.

Результаты исследований по нормированию рекреационных нагрузок опираются в основном на растительные индикаторы. Наиболее изучена устойчивость отдельных видов травяно-кустарничкового яруса и мохово-лишайникового покрова к вытаптыванию. Влияние уклона поверхности, почвогрунтов, увлажнения и других факторов на рекреационную устойчивость геосистем в целом учитывается в лучшем случае лишь косвенно.

Таким образом, только на примере одного из направлений экологического нормирования можно составить представление о сложности этой проблемы. Все же существующий опыт позволяет наметить некоторые принципиальные подходы к методике исследования в целях обоснования допустимых нагрузок на природные комплексы. Вопросы методики эколого-географических исследований выходят за рамки содержания данного пособия. Поэтому ограничимся лишь краткой формулировкой основных принципов.

Объектами исследования должны служить геосистемы как целостные пространственно-временные образования. Метод исследования определяется как ландшафтно-динамический. Это значит, что изучению подлежат динамические ряды модификаций геосистем, связанные с возмущающим действием тех или иных антропогенных факторов на фоне спонтанных (естественных) динамических процессов. Практически первичными объектами служат локальные гео-

системы, преимущественно ранга урочищ, в их типичных для данного ландшафта территориальных сочетаниях. Основное содержание исследований состоит в сопряженном анализе уровней антропогенных нагрузок и обусловленных ими стадийальных трансформаций геосистем. Этот анализ направлен на выявление критических стадий трансформаций и соответствующих пороговых нагрузок. Натурные исследования желательно проводить на экспериментальных полигонах, предварительно обеспеченных крупномасштабной ландшафтной съемкой, с использованием стационарных и полустационарных методов. Полевые наблюдения дополняются камеральным анализом всех доступных материалов (старых карт и различных исторических документов, аэроснимков, материалов лесоустройства и др.), дающих возможность восстановить историю антропогенных воздействий и сопутствующих им смен состояний геосистем за обозримый предшествующий период.

Наиболее полное использование методического аппарата ландшафтоведения, включая картографирование, компьютерное моделирование сценариев поведения геосистемы, позволит более глубоко вскрыть механизмы антропогенного воздействия на геосистемы и подойти к обоснованию надежных экологических нормативов.

8. ЗОНАЛЬНАЯ ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РОССИИ

8.1. Арктика и Субарктика

Арктические ландшафты занимают самые северные участки суши Земли Франца-Иосифа, северную часть Новой Земли, Северную Землю. По своему естественному экологическому потенциалу они должны быть отнесены к типично экстремальным (VI класс по условной шкале, предложенной в §4.3). В сезонной структуре ландшафтов доминирует длительная и суровая зима с сильными ветрами и метелями; период с устойчивыми морозами (средняя температура воздуха ниже -5°C) длится 230-240 сут, полярная ночь - - 100-130 сут. Положительные средние суточные температуры воздуха наблюдаются всего лишь на протяжении 40-80 дней, причем их средний уровень не превышает $2-3^{\circ}\text{C}$. Более половины площади ландшафтов этого типа занято покровными ледниками (ледяными куполами), на внеледниковых участках формируются ландшафты арктических пустынь с фрагментарным почвенно-растительным покровом, бедным по видовому составу органическим миром, незначительной биологической продуктивностью. Здесь отсутствует постоянное население и ландшафты практически не используются в хозяйственных целях. Наиболее существенные последствия человеческой деятельности связаны с неоднократными ядерными испытаниями на Новой Земле.

Субарктические ландшафты в экологическом отношении можно характеризовать как неблагоприятные, или дискомфортные, близкие к экстремальным, с очень низким экологическим потенциалом (V класс). Определяющий экологический фактор - - недостаток солнечного тепла. Продолжительность холодного периода (со средними суточными температурами ниже 0°C) повсеместно превышает 200 сут. Длительная суровая зима сочетается с коротким прохладным летом. Полярная ночь длится до 2—3 месяцев, а практическое отсутствие ультрафиолетовой радиации наблюдается в течение 5-6 месяцев. Зимой часты метели и снежные бури. Короткий (до 1-2 месяцев) период с устойчивыми средними температурами воздуха выше 10°C выражен только в южной тундре и лесотундре, а летний комфортный период вовсе отсутствует. Дискомфортность субарктического лета усугубляется частыми переходами температуры воздуха через 0°C , высокой влажностью воздуха, частыми морозящими дождями, туманами, обилием гнуса. К этому можно добавить неблагоприятный биогеохимический фон, многолетнюю мерзлоту, безлесие, сильную заболоченность, однообразие пейзажей.

Дискомфортность климатических условий создает предпосылки для специфической патологии (метеострессы, сердечно-сосудистые нарушения, обморожения, авитаминозы), у переселенцев вызывает снижение иммунных свойств организма и сильное напряжение адаптационных систем. Существует потенциальная опасность заражения некоторыми природно-очаговыми заболеваниями, в значительной мере обусловленная контактами людей с животными и

особенностями местного рациона (дифиллоботриоз, описторхоз, бруцеллез, токсоплазмоз, тениаринхоз, альвеококкоз); в южных районах известны спорадические очаги туляремии, лептоспироза.

Зональные особенности Субарктики -- недостаточная теплособеспеченность, низкая интенсивность биогеохимических, микробиологических процессов и накопления фитомассы, тепловая неустойчивость многолетнемерзлых почвогрунтов — определяют слабую устойчивость ландшафтов к антропогенным нагрузкам. В этих условиях важнейшая стабилизирующая роль принадлежит растительному покрову, который, в свою очередь, подвержен быстрому антропогенному разрушению и восстанавливается с трудом (не менее чем через 20-25 лет).

Отмеченные типичные эколого-географические черты природы Субарктики обнаруживают определенную зональную и секторную изменчивость. Основные ее признаки - довольно быстрое увеличение теплообеспеченности по мере удаления от берегов Северного Ледовитого океана и усиление континентальности с приближением к Восточно-Сибирскому сектору. Так, индекс биологической эффективности климата в арктической тундре характеризуется нулевым значением, а в лесотундре приближается к 7-8, отопительный период сокращается в том же направлении с 365 до 300-280 дней, биологическая продуктивность возрастает примерно в три раза. По ряду эколого-географических показателей (в том числе по предпосылкам природно-очаговых заболеваний) лесотундровые ландшафты приближаются к северотаежным. Долготно-секторные различия наиболее ярко проявляются в продолжительности и суровости зимы; температура самого холодного месяца в Кольской Субарктике не опускается ниже -10°C , тогда как в Восточно-Сибирском секторе она ниже -30°C , а экстремально холодный сезон продолжается до 100 дней и более (на западе он не выражен).

Зональные и секторные различия в определенной степени проявляются в заселенности и хозяйственной освоенности территории, однако не влияют на их общий низкий уровень¹. В арктической тундре средняя ПН составляет 0,12 чел./км², в типичной южной - - 0,5, в лесотундре - - 2,4 чел./км². В долготном направлении ПН снижается от 3,0 чел./км² в Восточно-Европейском секторе Субарктики до 0,02 в Среднесибирском и повышается лишь до 0,25 чел./км² в Дальневосточном. Природная среда определяет традиционный промыслово-оленьеводческий тип освоения территории, с которым связано фоновое антропогенное воздействие на ландшафты, выражающееся главным образом в деградации растительного покрова оленьих пастбищ. Однако в последние десятилетия самую серьезную нагрузку на ландшафты стали создавать техногенные воздействия очагового характера - - разведка, добыча и перера-

¹ Далее в тексте используются следующие сокращения: ПН — плотность населения, ПГН — плотность городского населения, ПСН — плотность сельского населения, ДГН — доля городского населения, ЗА — годовой выброс загрязняющих веществ в атмосферу, ПЗА — плотность выброса загрязняющих веществ в атмосферу, ЗВ — годовой сброс загрязняющих сточных вод в поверхностные водоемы. Основные количественные показатели (кроме особо оговоренных) относятся к 1989 г.

ботка полезных ископаемых. К настоящему времени 87% населения Субарктики сосредоточено в городах и поселках городского типа, ставших центрами локальных, а отчасти и региональных техногенных экологических аномалий. Отметим главные из них.

Мурманский округ Кольской ландшафтной провинции выделяется самой высокой населенностью в российской Субарктике (ПН 34 чел./км², ПГН 32 чел./км², ДГН 95%), здесь расположены Мурманская городская агломерация (580 тыс. чел.) и крупные центры медно-никелевой промышленности - Никель и Заполярный. Ежегодная величина ЗА превышает 350 тыс. т, а ПЗА - 18 т/км². В воздухе повышено содержание SO₂, нередко кислые дожди. Высока концентрация объектов потенциальной радиационной опасности (в том числе хранилищ радиоактивных отходов на морских судах).

В Нижнепечорской субарктической провинции разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений явились фактором фонового нарушения почвенно-растительного покрова и локального геохимического загрязнения. Особо выделяется старейший индустриальный очаг - Воркутинский, с населением более 200 тыс. чел. ЗА превышает 200 тыс. т, ПЗА около 15 т/км². Основные источники техногенных выбросов - цементный завод, ТЭЦ и угольные шахты. Воздух и почвы сильно загрязнены цементной пылью, вокруг шахт растут площади отвалов, сброс шахтных вод приводит к интенсивному загрязнению рек.

Субарктика Западной Сибири за последние годы превратилась в крупнейшего поставщика природного газа. Экологические последствия этого обстоятельства - разрушение мохово-лишайникового покрова на обширных площадях, активизация термокарста, термоэрозии, оползней, местами дефляции, локальное техногенное загрязнение.

Норильский промузел с населением 268 тыс. чел. - крупнейший в стране центр медно-никелевой промышленности и техногенных атмосферных выбросов (ЗА 2,3 млн. т, ПЗА около 100 т/км², в основном SO₂), ЗВ достигает 162 млн. м³ (1993 г.). О воздействии Норильского комбината на окружающую территорию говорится в §6.2.

В дальневосточной Субарктике (Чукотская провинция) локальные очаги нарушения земель и техногенного загрязнения связаны с добычей золота, полиметаллических руд и угля.

Лугово-лесные ландшафты Камчатки и Курильских островов по экологическому потенциалу занимают переходное положение между лесотундровыми и таежными. ТК равняется 9-10. Климат относительно мягкий, но очень влажный, с обильными осадками, сильными ветрами, коротким и прохладным летом, теплый комфортный период не выражен; отопительный период продолжается 250-280 сут, период с устойчивыми морозами - более 120 сут. Свыше половины площади принадлежит к горному классу с более суровыми климатическими условиями. К типичным особенностям ландшафтов этого типа относится развитие стихийных природных явлений - вулканических извержений, землетрясений, цунами, лавин, тайфунов. Ландшафты слабо заселены и относительно мало нарушены. ПН в среднем составляет 1,8 чел./км², а отнесенная только к равнинным ландшафтам - 4,0 чел./км². ДГН 84%,

причем 73% всего населения (327 тыс. чел.) сосредоточено в небольшой Петропавловской городской агломерации, где наблюдается значительное локальное загрязнение воздуха. В последние годы происходит (как и в других районах Севера) заметный отток населения. Число жителей Петропавловска-Камчатского уменьшилось с 269 тыс. чел. в 1989 г. до 205 тыс. чел. в 1996 г.

8.2. Таяжная зона

Таяжные ландшафты по сравнению с субарктическими характеризуются более высоким экологическим потенциалом, что обусловлено постепенным увеличением запасов солнечного тепла. Однако недостаточная теплообеспеченность в сочетании с избыточным увлажнением остается главным лимитирующим экологическим фактором. Для ландшафтов этого типа характерна большая продолжительность периода термического дискомфорта. Зима - самый длительный сезон годового цикла, тогда как лето - самый короткий. Сохраняются, хотя и не столь резко выраженные, как в лесотундре, климатические предпосылки простудных и сердечно-сосудистых заболеваний, переохлаждения, обморожения. Полярной ночи в тайге (за исключением ее северной окраины) не бывает, но период ультрафиолетового дефицита продолжается до 3-5 месяцев. Все же здесь появляются благоприятные возможности для рекреации и курортного лечения (хотя летом существенные помехи создают кровососущие насекомые и нередко дождливая погода). Зима имеет свои положительные особенности: развитию рекреации благоприятствуют периоды с умеренными морозами и устойчивым снежным покровом. К негативным экологическим следствиям избыточного увлажнения надо отнести интенсивное заболачивание и усиленный вынос минеральных элементов из ландшафта. Почвы и воды бедны макро- и микроэлементами, что, в частности, служит причиной широкого распространения кариеса зубов и эндемичного зоба. Однако обилие атмосферной влаги определяет высокую обеспеченность населения пресной водой и способствует самоочищению поверхностных вод.

К типичным для тайги природно-очаговым болезням можно отнести туляремию, лептоспироз, клещевой энцефалит, геморрагическую лихорадку с почечным синдромом (ГЛПС), дифиллоботриоз, описторхоз, трихинеллез, но распространение очагов характеризуется большой территориальной контрастностью.

Важнейшим элементом экологического потенциала таяжных ландшафтов является лесная растительность, о разносторонних экологических функциях которой уже не раз говорилось в предыдущих главах. В значительной мере именно лесной покров обеспечивает более высокую устойчивость таяжных ландшафтов к антропогенным нагрузкам по сравнению с субарктическими.

Огромная площадь, занимаемая таяжными ландшафтами, значительная протяженность их ареала как в широтном, так и в долготном направлении обуславливают их существенные внутренние (подзональные и секторные) различия. Если на северных пределах распространения ландшафтов этого типа сумма активных температур составляет всего лишь 800—900°C, то на южных

приближается к 1800°C, а индекс *ТК* соответственно увеличивается с 8 до 18. Таким образом, в шкале уровней экологического потенциала таежные ландшафты охватывают три ступени: в северотаежных потенциал оценивается как низкий (IV класс), а в Восточной Сибири даже приближается к очень низкому (V класс), в среднетаежных - - как средний, а в южнотаежных - - как относительно высокий. Соответственно природные условия обитания населения изменяются от малоблагоприятных к условно-благоприятным и благоприятным (прекомфортным).

Описанные выше эколого-географические особенности тайги наиболее типично выражены в средней подзоне, где природные условия не создают существенных препятствий для формирования постоянного населения из переселенцев. В северной тайге природная среда еще во многом близка к субарктической. Холодный период длится здесь более полугода (до 240 дней), отопительный сезон - - 270-285 дней, летний комфортный период в северных районах отсутствует, а в южных не превышает 15-20 дней. Медико-географические условия мало отличаются от лесотундровых, значителен риск простудных, сердечно-сосудистых и некоторых других заболеваний, у переселенцев наблюдается повышенное напряжение адаптационных систем организма; возможности отдыха и лечения на открытом воздухе крайне ограничены. Ландшафтам присуща пониженная устойчивость к антропогенным воздействиям вследствие недостаточной теплообеспеченности, большой продолжительности холодного периода, относительно невысоких запасов фитомассы, затрудненной возобновляемости лесной растительности. В южной тайге природные условия еще не отвечают экологическому оптимуму, но значительно ближе к нему, чем в средней подзоне. Холодный период сокращается до 140—160 дней, отопительный сезон - - до 230-250 дней. Летний комфортный период, напротив, увеличивается до 50-60 дней, зима становится короче и мягче; условия для рекреации и климатотерапии более благоприятны. Биологическая продуктивность и запасы фитомассы достигают максимальных для таежных ландшафтов значений. Однако улучшение климатических условий благоприятствует выживанию и распространению возбудителей и переносчиков природно-очаговых заболеваний, в том числе клещевого энцефалита.

Весьма существенны различия между секторными вариантами ландшафтов таежного типа. По степени континентальности они варьируют от слабо и умеренно континентальных (пояса VI и VII по Н. Н. Иванову) в Восточно-Европейском секторе до крайне континентальных (пояс X) в Восточно-Сибирском. Амплитуда средних месячных температур соответственно возрастает с 25 до 60°C. Экстремально холодный период с устойчивыми морозами ниже -30°C в западных секторах не выражен, а в Восточной Сибири продолжается более 100 дней (в Верхоянске 137). Одновременно уменьшается атмосферное увлажнение. В Восточно-Сибирском секторе годовая сумма осадков местами менее 200 мм, а коэффициент увлажнения приближается к 0,5. В восточноевропейской тайге годовое число дней с осадками достигает 200 и более, в Восточной Сибири оно вдвое меньше, преобладает ясная, сухая погода, больше продолжительность солнечного сияния, но в лесах усиливается пожароопасность. Для западных таежных районов характерна активная циклоническая деятельность,

благоприятствующая размыванию очагов загрязнения атмосферы; для Восточной Сибири типичны температурные инверсии, слабые ветры, штили, резко снижающие способность атмосферы к самоочищению. Здесь приведены лишь некоторые примеры долготно-секторных контрастов в таежных ландшафтах. Можно напомнить о наличии или отсутствии многолетней мерзлоты и о ряде других отличительных признаков.

Таежные ландшафты в целом характеризуются слабой заселенностью. Средняя ПН составляет 2,8 чел./км², что в три раза ниже средней ПН для России. На территории таежной зоны проживает 25,7 млн. чел., т. е. 17,5% населения страны. При этом ДГН составляет 78%. В размещении населения, а вместе с тем в уровне хозяйственной освоенности и интенсивности антропогенных нагрузок существуют значительные подзональные, секторные и мезо-региональные (провинциальные) различия. Так, средняя величина ПН составляет в северной тайге 0,9 чел./км² (от 0,05 в Среднесибирском секторе до 3,9 в Восточно-Европейском), в средней тайге - 1,4 чел./км² (от 0,2 в Среднесибирском секторе до 4,5 в Восточно-Европейском), в южной тайге 10,4 чел./км² (28,5 в Восточно-Европейском секторе и от 1,9 до 2,5 в остальных секторах). Как видим, на общем достаточно низком фоне резко выделяется Восточно-Европейский сектор, в особенности его южнотаежная часть, где сосредоточено 55% населения таежной территории России, причем только на долю С.-Петербургской агломерации приходится 1/5 населения этой зоны.

Столь же контрастна степень сельскохозяйственной освоенности ландшафтов. Лишь в южнотаежных и восточноевропейских среднетаежных ландшафтах распаханность превышает 1%, возрастающая как бы скачкообразно в Восточно-Европейском южнотаежном секторе до 12%. При всех территориальных различиях подавляющему большинству таежных ландшафтов присущ общий фоновый тип хозяйственного освоения, связанный с лесными ресурсами и ограниченными возможностями для развития земледелия. Этому типу освоения сопутствуют специфические антропогенные воздействия и их экологические последствия, включая обезлесивание, лесные пожары, вторичную эрозию и другие явления, о которых ранее уже было достаточно сказано.

В настоящее время на общем зональном фоне по своей экологической роли наиболее резко выделяются локальные, местами приобретающие региональное значение очаги, связанные с урбанизацией и индустриализацией. Их распространение при внешней беспорядочности все же обнаруживает определенные закономерности.

Северотаежные ландшафты по типу очагового промышленно-городского освоения аналогичны субарктическим: промышленные очаги возникли здесь как центры добычи полезных ископаемых. Единственное существенное исключение - - Архангельская городская агломерация, аналог Мурманской. Как и в Субарктике, основная часть населения сосредоточена в городских поселениях. ДГН выше, чем в других подзонах тайги (83%), и почти такая же, как в Субарктике. Число городов с населением более 100 тыс. чел. - - 4 (в Субарктике — 3).

Интенсивные антропогенные нагрузки испытывают ландшафты Западно-Кольского округа Кольской таежной провинции. ДГН достигает здесь 89%,

ЗА -- около 400 тыс. т, ПЗА -- около 8 т/км². Главный источник загрязнения воздуха — Мончегорский медно-никелевый комбинат (240 тыс. т), а кроме него ТЭЦ и предприятия по добыче и обогащению железных руд и апатито-нефелинового сырья. В атмосфере высока концентрация $SC > 2$. Особенно загрязнен воздух Мончегорска, в окрестностях города почвы содержат большое количество тяжелых металлов. На значительной площади от загрязнений пострадали леса, в том числе в Лапландском заповеднике. Сброс сточных вод (крупнейший источник - ГОК Апатиты) ведет к интенсивному загрязнению рек и озер, особенно оз. Имандра, в которое кроме загрязняющих веществ ежегодно поступает около 2 млн. м³ нагретой воды от АЭС. Леса округа сильно нарушены рубками.

В Карельской северотаежной подпровинции возник крупный очаг нарушения земель и загрязнения атмосферы - Костомукшский ГОК.

В Прибеломорской ландшафтной подпровинции расположена Архангельская городская агломерация с населением около 720 тыс. чел., что составляет почти 1/4 населения всех северотаежных ландшафтов. В атмосферу ежегодно поступает около 300 тыс. т вредных выбросов. Новодвинский ЦБК — главный центр загрязнения воздуха (ЗА около 100 тыс. т) и вод в устьевой части Северной Двины (ЗВ более 200 млн. м³). Серьезная экологическая проблема связана с накоплением отработанного ядерного топлива во временных хранилищах и на подводных лодках.

В Печорской северотаежной подпровинции основной вклад в загрязнение атмосферы (ЗА около 300 тыс. т) вносят нефте- и газоперерабатывающие предприятия Ухты и Сосногорска, а также сжигание попутного газа на нефтепромыслах. Реки бассейна Печоры сильно загрязнены, участились аварийные разливы нефти.

Обско-Иртышская северотаежная подпровинция входит в обширную нефтегазоносную область с центром в Новом Уренгое, которая охватывает также прилегающие районы Субарктики. К уже отмеченным особенностям антропогенного воздействия на ландшафты надо добавить сведение лесов и усиление заболачивания в результате прокладки трубопроводов, распространения дефляции на боровых террасах и сложенных песками водоразделах.

В восточной половине рассматриваемой подзоны в эколого-географическом отношении наиболее заметно выделяется золотоносный Верхнеколымский ландшафтный округ с обширными площадями нарушенных земель и локальными очагами загрязнения рек и атмосферного воздуха.

Среднетаежные ландшафты мало отличаются от северотаежных по урбанизированности и интенсивности очаговых нагрузок. ДГН здесь даже ниже, чем в северной подзоне, - 71%, крупных городов всего 7, а агломерации, соизмеримые с Архангельской или Мурманской, отсутствуют. Однако характер промышленных очагов меняется за счет развития центров переработки древесины. Объемы промышленной заготовки древесины заметно возрастают и антропогенная трансформация лесов усиливается. К югу увеличивается площадь сельскохозяйственных земель.

В Восточно-Европейском среднетаежном секторе леса интенсивно рубятся, местами с превышением расчетной лесосеки. В южных районах произ-

водные мелколиственные леса занимают более 20%, местами более 40% лесопокрытой площади, в некоторых ландшафтах до 50-60% приходится на хвойные молодняки. Главный источник загрязнения атмосферы и в особенности поверхностных вод -- целлюлозно-бумажная промышленность; крупнейшие центры сброса загрязненных сточных вод ЦБК в Коряжме (около 250 млн. м³) и лесопромышленный комплекс в Сыктывкаре (более 100 млн. м³), менее значительные — ЦБК Кондопоги, Соликамска и др. Реки и озера загрязнены также топляком, местами стоками животноводческих комплексов. Пахотные земли сосредоточены в основном на юге, на склонах возвышенностей они подвергаются интенсивному смыву.

Северо-Уральская среднетаежная подпровинция - - крупный горнорудный район с металлургическими предприятиями. ЗА превышает 300 тыс. т, главные центры загрязнения атмосферы -- Серов (теплоэнергетика, черная металлургия) и Краснотурьинск (производство алюминия, теплоэнергетика).

Обско-Иртышская среднетаежная подпровинция — главный нефтепромышленный район страны. При невысокой средней ПН (3 чел./км²) ДГН составляет 90%. Население в основном сконцентрировано в двух группах городских поселений с центрами в Сургуте и Нижневартовске, которые условно можно рассматривать как агломерации с населением соответственно 450 и 380 тыс. чел. В атмосферу ежегодно поступает не менее 1 млн. т вредных примесей от нефтепромыслов, нефте- и газоперерабатывающих предприятий, ГРЭС. В 1996 г. суммарный ЗА только трех главных промцентров -- Сургута, Нефтеюганска и Нижневартовска — составил 456 тыс. т. Типичные следствия промышленного освоения — нефтяное загрязнение, вырубка лесов, лесные пожары, развевание песков, ухудшение качества речных вод.

В средней тайге Восточной Сибири и Дальнего Востока среди обширных, почти необжитых пространств разбросаны многочисленные локальные очаги нарушения земель и химического загрязнения, приуроченные к разрабатываемым месторождениям алмазов, золота, угля и др.

Южнотаежные ландшафты с давних времен подвергаются интенсивным и разнообразным антропогенным воздействиям, выделяются относительно высокой хозяйственной освоенностью и урбанизованностью. Число крупных городов возрастает до 14, ДГН составляет 79%. В Восточно-Европейском секторе значительная часть территории обезлесена, а оставшиеся леса представлены производными мелколиственными насаждениями, занимающими до 30-50% площади ландшафтов, и хвойными неполновозрастными лесами. Спелые и перестойные леса занимают не более 10-20% от лесопокрытой площади. Тем не менее усиленная вырубка лесов продолжается. На сельскохозяйственные угодья в различных провинциях приходится от 10 до 35% территории. Как правило, пашня составляет несколько более их половины. Распространена сельскохозяйственная эрозия, значителен вклад сельского хозяйства в загрязнение почв и водоемов.

С.-Петербургская городская агломерация — вторая в стране по численности населения (около 5,5 млн. чел.), по масштабам промышленного производства и сбросу загрязненных сточных вод (более 1,5 млрд. м³). Город расположен в Северо-Западной ландшафтной провинции, которая характеризуется много-

отраслевой хозяйственной структурой, высокой ПН (87 чел./км²) и урбанизованностью (ДГН 91%). Суммарная величина ЗА более 1 млн. т, ПЗА более 12 т/км². Почти половина ЗА приходится на С.-Петербург (главный источник - - автотранспорт, на втором месте - - теплоэнергетика), другие крупные центры - - Кириши (теплоэнергетика, нефтепереработка), Сланцы (сланцевая, цементная промышленность). К числу серьезных экологических проблем провинции нужно отнести загрязнение рек, озер, Невской губы, прогрессирующее накопление промышленных и бытовых отходов, стихийное рекреационное воздействие на ландшафты.

Из других промышленных очагов восточноевропейской южной тайги выделяется один из главных центров черной металлургии и загрязнения атмосферы - - Череповец (ЗА 645 тыс. т).

Высокой техногенной нагрузкой на ландшафты характеризуется Северо-Уральская подпровинция (ПН 43 чел./км², ДГН 94%, ЗА около 1,5 млн. т, ПЗА около 50 т/км²). Главные центры загрязнения атмосферы - - Нижний Тагил (632 тыс. т, черная и цветная металлургия), Качканар (203 тыс. т, ГОК), Ревда, Красноуральск, Кировград (металлургические заводы). Воздух городов сильно загрязнен, в окрестностях промцентров в почве наблюдается высокая концентрация тяжелых металлов. Значительная насыщенность промышленными очагами присуща смежной Обско-Зауральской подпровинции (ПН 28 чел./км², ДГН 88%, ЗА более 600 тыс. т, ПЗА более 40 т/км²). Крупнейший загрязнитель атмосферы — ГРЭС в г. Асбесте (514 тыс. т); производство никеля (г. Реж) - - существенный источник загрязнения атмосферы и почв.

В Приангарской провинции Среднесибирского южнотаяжного сектора важнейшим фактором трансформации ландшафтов явилось создание Братского и Усть-Илимского водохранилищ при одноименных ГЭС суммарной площадью 7343 км², что составляет 3% от площади провинции. Братск - один из крупнейших центров сброса загрязненных сточных вод (более 300 млн. м³), основные источники - - лесопромышленный комплекс и алюминиевый завод; в атмосферу от города поступает 167 тыс. т загрязняющих веществ. Второй очаг загрязнения атмосферы и поверхностных вод - - Усть-Илимский ЛПК.

8.3. Подтаежная зона

Подтаежные ландшафты по экологическому потенциалу и качеству среды обитания занимают промежуточное положение между южной тайгой и зоной экологического оптимума. Индекс *ТК* находится в основном в пределах 18—20, но в южных районах приближается к 22, что отвечает условиям наивысшего экологического потенциала (класс I). В целом же на преобладающей площади условия можно отнести к прекомфортным. По сравнению с таяжными ландшафтами теплообеспеченность здесь заметно возрастает, продолжительность летнего комфортного периода увеличивается до 65—70 дней, период с устойчивыми морозами сокращается в Восточно-Европейском секторе до 110 дней, отопительный период --до 215 дней. Однако атмосферное увлажнение остается избыточным, что благоприятствует развитию заболачивания на плоских

равнинах, стока, выщелачивания легкорастворимых соединений из почвогрунтов и других процессов, типичных также для таежных ландшафтов. По характеру геохимической среды ландшафты этого типа близки к южнотаежным, но содержание необходимых химических элементов в почве несколько повышено, особенно на карбонатных и пестроцветных породах, местами наблюдается увеличение жесткости питьевых вод. Существуют очаги клещевого энцефалита, туляремии, ГЛПС, лептоспироза, местами бешенства и других зооантропонозов, на Дальнем Востоке — клещевого риккетсиоза и эндемичных гельминтозов.

Среди ландшафтов России подтаежные выделяются наибольшей населенностью и урбанизованностью. Здесь проживает 28% всего населения страны и 31% городского, ПН в среднем составляет 38 чел./км², ПГН 32 чел./км², ДГН 83%, число городов с населением более 100 тыс. чел. — 48. Степень обезлесенности и сельскохозяйственная освоенность довольно сильно колеблются по ландшафтным секторам. В Восточно-Европейском секторе распаханно 26% территории, в Среднесибирском — 24%, в Западно-Сибирском — около 18%, в Дальневосточном — около 3%. В западной части зоны лесами покрыто менее половины площади, господствуют длительнопроизводные насаждения, к востоку лесистость увеличивается, но леса также сильно нарушены.

Наиболее сильному воздействию урбанизации подверглась Волго-Окская подтаежная провинция, в которой расположена основная часть Московской городской агломерации (10,7 млн. чел.). ПН достигает здесь 227 чел./км², ПГН 206 чел./км², ДГН 91%. ЗА приближается к 2 млн. т, ПЗА более 25 т/км². Главные центры загрязнения атмосферы — Москва (1095 тыс. т) и Ярославль (268 тыс. т), основные источники — автотранспорт, нефтехимия, теплоэнергетика; воздух Москвы сильно загрязнен. В водоемы сбрасывается более 3 млрд. м³ загрязненных сточных вод (Москва — 2,4 млрд. м³, Ярославль — 250 млн. м³), наблюдается ухудшение качества питьевой воды. Значительные площади заняты нарушенными землями, свалками промышленных и бытовых отходов, пригородные леса подвергаются сильным рекреационным нагрузкам.

Мещерская подтаежная провинция (ПН 132 чел./км², ДГН 87%) испытывает воздействие Московского промышленного узла (здесь расположена его часть с населением 1,6 млн. чел.) и Нижегородской агломерации (около 1,8 млн. чел.). ЗА не менее 600 тыс. т, ПЗА около 15 т/км². Главные центры загрязнения атмосферы и поверхностных вод — Нижний Новгород и Дзержинск (нефтехимия, теплоэнергетика, автотранспорт). Обширные площади заняты выработанными торфяниками.

В Прикамской провинции расположен г. Пермь (1,1 млн. чел.) — крупный центр нефтехимии, загрязнения атмосферы (248 тыс. т) и поверхностных вод.

Одна из наиболее населенных и промышленно развитых провинций — Среднезауральская (ПН 177 чел./км², ПГН 161 чел./км², ДГН 91%). Ядро провинции образует Екатеринбургская агломерация (1,6 млн. чел., ЗА 137 тыс. т, ЗВ 237 млн. м³). Основные загрязняющие отрасли — черная и цветная металлургия, ПЗА более 30 т/км². Вокруг промцентров (Екатеринбург,

Каменск-Уральский, Кыштым) почва сильно загрязнена тяжелыми металлами. В остальной части западносибирской подтайги существуют немногочисленные разобщенные очаги антропогенного воздействия на природную среду; основные из них - - Тюмень, Томск, Ачинск.

Подтайга Средней Сибири представлена Предсаянской провинцией (ПН 30 чел./км², ДГН 83%) с рядом крупных центров техногенных нагрузок, относящихся в основном к Иркутской агломерации (около 1 млн. чел.). ЗА около 1 млн. т, ПЗА около 20 т/км², ЗВ около 1 млрд. м³. Ангарск — один из крупнейших центров загрязнения поверхностных вод в стране (ЗВ 529 млн. м³ в 1993 г.), главные источники — теплоэнергетика и нефтехимия; ЗА достигает 432 тыс. т. Другие значительные центры Иркутск (ЗА 135 тыс. т), Усолье-Сибирское (ЗА 95 тыс. т, ЗВ 100 млн. м³, химическая промышленность, теплоэнергетика). Вокруг центров цветной металлургии (Шелехов, Свирск) в почвах наблюдается высокая концентрация тяжелых металлов, в Черемховском угольном бассейне — распространение нарушенных земель, загрязнение воздуха и почв.

Главные промышленно-городские очаги Дальневосточного подтаежного сектора - - Хабаровск (ЗА 212 тыс. т) и Комсомольск-на-Амуре (ЗА 90 тыс. т); основные источники загрязнения атмосферы и поверхностных вод — теплоэнергетика и нефтехимия.

8.4. Широколиственно-лесная зона

Широколиственно-лесные ландшафты представлены на территории страны двумя разобщенными секторными вариантами — восточноевропейским и дальневосточным. Оба относятся к зоне экологического оптимума (*ТК* от 20 до 25, в среднем близок к 22), с комфортными условиями жизни населения, повышенной теплообеспеченностью при достаточном увлажнении, наивысшей для лесных ландшафтов биологической продуктивностью. Однако между этими вариантами имеются и существенные различия. Для восточноевропейских ландшафтов этого типа характерен умеренно континентальный климат с относительно сбалансированными по длительности сезонами, продолжительным (до 80-90 дней) комфортным летним периодом, умеренно морозной зимой; летние осадки обычно непродолжительны, но часто выпадают в виде ливней. Существуют предпосылки для развития эрозионных процессов. Лесная растительность практически утратила свои экологические функции в зональных масштабах и лишь в локальных условиях способна играть стабилизирующую роль. Геохимическая среда более благоприятна, чем в подтайге, но некоторые минеральные элементы почвы здесь еще в дефиците. Существуют устойчивые предпосылки заражения туляремией, бешенством, ГЛПС, лептоспирозом, сибирской язвой, местами столбняком, дифиллоботриозом, Кулихорадкой; риск заражения клещевым энцефалитом заметно уменьшается.

Восточноевропейские ландшафты описываемого типа отличаются высокой плотностью населения (52 чел./км²) при сравнительно невысокой урбанизированности (ДГН 72%) и увеличении ПСН до 15 чел./км² (в три раза выше, чем

в южной тайге). Сельскохозяйственная освоенность территории в среднем близка к 65%, распаханность -- около 50% (в западных районах до 60% и выше). Современная лесистость в западных районах 5—10%, в восточных достигает 20-30%. Важнейшие негативные последствия высокой сельскохозяйственной освоенности - интенсивная овражная эрозия и плоскостной смыл почв, сопровождаемые ухудшением водного режима, потерей почвенного плодородия и т. д. На эти фоновые нагрузки накладывается воздействие ряда мощных промышленно-городских очагов. В пределах сравнительно небольшой территории зоны расположено 18 крупных городов, в том числе 2 «миллионера».

Среднерусская ландшафтная провинция - одна из наиболее густо населенных (ПН 68 чел./км², ПГН 52 и ПСН 16 чел./км²) и промышленно развитых. ЗА около 1,5 млн. т, ПЗА более 20 т/км², ЗВ более 500 млн. м³. Основные очаги загрязнения атмосферы -- Суворов (238 тыс. т, ГРЭС), Тула (213 тыс. т, автотранспорт, черная металлургия), Рязань (177 тыс. т, теплоэнергетика, нефтехимия), Алексин (144 тыс. т, теплоэнергетика), Новомосковск (141 тыс. т, химия). Значительные площади нарушенных земель связаны с добычей бурого угля. Особый фактор экологического неблагополучия - положение провинции в ареале «чернобыльского следа» (наиболее высокий уровень радиационного загрязнения отмечается в Придеснянской провинции этой же зоны).

В Приволжской лесной провинции выделяются отдельные очаги загрязнения, связанные главным образом с нефтехимической промышленностью - Кстово (ЗА 138 тыс. т) и Новочебоксарск.

Заволжско-Уфимская провинция характеризуется наличием крупных промышленно-городских очагов. ПН 69 чел./км², ПГН 57 чел./км², ДГН 82%. Главные центры урбанизации, с населением более 1 млн. чел. в каждом, - Казань и Уфа. Суммарная величина ЗА превышает 1 млн. т, ПЗА около 20 т/км². Важнейшие загрязняющие отрасли - нефтехимия и теплоэнергетика, основные центры - Уфа (ЗА 428 тыс. т, ЗВ 220 млн. м³), Казань (ЗА 178 тыс. т, ЗВ 247 млн. м³), Нижнекамск (ЗА 139 тыс. т), Набережные Челны (ЗА 133 тыс. т, ЗВ 186 млн. м³).

Широколиственно-лесные ландшафты Дальнего Востока отличаются муссонным климатом с высокой степенью континентальности (пояс IX по Н. Н. Иванову). Зима здесь более суровая, чем в Восточно-Европейском секторе, и малоснежная, лето дождливое, часты тайфуны и катастрофические наводнения. Значительная часть территории сейсмоопасна. Почти половина площади относится к классу горных ландшафтов. Медико-географическая обстановка характеризуется значительным риском заражения клещевым энцефалитом, существуют очаги клещевого риккетсиоза, лептоспироза, туляремии, Ку-лихорадки, бешенства, специфических для Дальнего Востока лихорадки тсутсугамуши, японского клещевого энцефалита, трематодозов (клонорхоза и др.). Показатели численности населения и освоенности относительно невысоки: ПН 14 чел./км², ПСН на равнинах около 6 чел./км², ДГН 74%. Сельскохозяйственные угодья занимают 25—40% площади равнинных ландшафтов, пашни — 10-25%. Локальные центры загрязнения довольно многочисленны

и связаны с теплоэнергетикой (Лучегорск, Артем, Партизанск), производством строительных материалов (Спасск-Дальний), цветной металлургией (Даль-негорск), угледобычей (Партизанск, Райчихинск). Суммарный ЗА более 750 тыс. т, ПЗА около 4 т/км². Крупнейший очаг техногенного загрязнения — Владивосток (ЗА 142 тыс. т, ЗВ 262 млн. м³).

8.5. Лесостепная зона

Лесостепные ландшафты также относятся к зоне экологического оптимума, однако в полной мере комфортными можно считать восточноевропейские ландшафты этого типа с индексом *ТК* 20-24. В лесостепи Западной Сибири экологические условия ближе к прекомфортным, *ТК* 18-20. Климат обоих секторов типично континентальный, но в первом показатели теплообеспеченности и увлажнения несколько выше, чем во втором: сумма активных температур близка соответственно к 2500 и 2000°С, коэффициент увлажнения -0,9 и 0,8, продолжительность летнего комфортного периода -- до 90 и до 80 дней; продолжительность и суровость зимы нарастают к востоку. Климатические условия в наибольшей степени отклоняются от оптимума в лесостепных ландшафтах Средней Сибири, расположенных на крайнем востоке ареала и имеющих островной характер. К неблагоприятным природным факторам относятся засухи (1—2 раза в 10 лет), суховеи, ливни, грозы и высокая потенциальная эрозионная опасность, которая в результате интенсивного сельскохозяйственного освоения реализуется, вызывая ряд сопутствующих негативных экологических последствий. В Западной Сибири развиты засоление и заболачивание, поверхностные и грунтовые воды в большей или меньшей степени минерализованы, что способствует распространению уrolитиаза. Типичные для лесостепи зооантропонозы - туляремия, бешенство, лептоспироз, сибирская язва, в Восточно-Европейском секторе, кроме того, Ку-лихорадка, столбняк, в Западно-Сибирском клещевой энцефалит, клещевой риккетсиоз, описторхоз, омская геморрагическая лихорадка, альвеококкоз. В лесостепных ландшафтах проживает 18,6% населения страны, средняя ПН одна из наиболее высоких — 30 чел./км². Здесь расположено 29 крупных городов. В Восточно-Европейском секторе средняя ПН составляет 39 чел./км², в том числе ПГН 24 и ПСН 15, в Западно-Сибирском — соответственно 28, 22, 6, в Среднесибирском — 7, 4, 3 чел./км², а без учета горных ландшафтов примерно вдвое больше. В Восточно-Европейском лесостепном секторе 70-80% площади занято сельскохозяйственными угодьями, в том числе до 60-70% пахотными, в сибирских провинциях распаханно 35-40, местами до 50% площади. Однако наиболее значительные очаги урбанизации и техногенного воздействия, в том числе все 3 города-миллионера, расположены за Уралом.

В Среднерусской лесостепной провинции интенсивная сельскохозяйственная эрозия сочетается с наличием крупных техногенных очагов, главным образом центров черной металлургии - Липецка (ЗА 720 тыс. т), Старого Оскола (ЗА 163 тыс. т) — и горнодобывающей промышленности (Курская магнитная аномалия), а также самого населенного города — Воронежа (ЗА

127 тыс. т, ЗВ 216 млн. м³). Суммарная величина ЗА около 1,5 млн. т, ПЗА более 15 т/км².

В Приволжской лесостепи отдельные очаги загрязнения атмосферы Ульяновск, Сызрань, Новоульяновск (суммарный ЗА около 0,5 млн. т) - связаны с нефтехимической, цементной промышленностью, теплоэнергетикой. В лесостепном Низком Заволжье (Черемшанская провинция) в качестве локального центра техногенного загрязнения выделяется г. Тольятти (ЗА 178 тыс. т). В Бугульминско-Белебеевской провинции главными очагами промышленного загрязнения служат центры нефтехимической промышленности и теплоэнергетики (Салават и Стерлитамак), а также нефтедобывающей промышленности (Туймазы); крупнейший источник загрязнения поверхностных вод - Урусинская ГРЭС (ЗВ 139 млн. м³, 1993 г.).

Южно-Зауральская лесостепная провинция — одна из наиболее населенных и промышленно развитых (ПН 114 чел./км², ДГН 90%). Ядром ее является Челябинская агломерация с населением около 1,4 млн. чел., ЗА 508 тыс. т (в основном от черной и цветной металлургии), ЗВ 273 млн. м (1993 г.).

Обско-Иртышская лесостепная провинция - - важный сельскохозяйственный район с отдельными крупными очагами урбанизации и техногенных выбросов. Главные центры - Новосибирская городская агломерация с населением около 1,7 млн. чел. и г. Омск (1170 тыс. чел.). ЗА около 2 млн. т, ПЗА около 10 т/км². Главные очаги загрязнения атмосферы и поверхностных вод - Омск (ЗА 600 тыс. т, основные источники - автотранспорт, нефтепереработка, нефтехимия, теплоэнергетика; ЗВ 286 млн. м³, 1993 г.), Новосибирск (ЗА 315 тыс. т, теплоэнергетика, автотранспорт; ЗВ 317 млн. м³), Троицк (ЗА 460 тыс. т, ГРЭС), менее значительные - Куйбышев (ГРЭС) и Курган.

Кузнецкая ландшафтная провинция практически соответствует Кузбассу - одному из важнейших промышленных районов страны. ПН достигает здесь 124 чел./км², ПГН 114 чел./км², ДГН 92%. Через всю территорию с севера на юг протянулась полоса городских поселений, в которой можно выделить 3 «куста», в той или иной мере близких к агломерациям, с центрами в Кемерово (около 0,6 млн. чел.), Белове -- Ленинске-Кузнецком (0,35 млн. чел.) и Новокузнецке (1,3 млн. чел.). Суммарный ЗА более 1,5 млн. т, ПЗА более 75 т/км² (самая высокая после Норильского округа); воздух городов сильно загрязнен. ЗВ 750 млн. м³. Более 3% территории занято нарушенными землями. Главные очаги техногенных нагрузок на ландшафты - Новокузнецк (ЗА 858 тыс. т, основные источники - черная металлургия, производство алюминия, добыча угля), Кемерово (ЗА 185 тыс. т, теплоэнергетика, химическая промышленность), Белове (ЗА 148 тыс. т, ГРЭС, производство цинка), Мыски (ЗА 97 тыс. т, ГРЭС), а также центры угледобычи Прокопьевск, Междуреченск, Калтан, Киселевск, Ленинск-Кузнецкий.

На крайнем востоке полосы лесостепных ландшафтов (Ачинская провинция) расположен мощный очаг урбанизации и техногенного воздействия на природную среду Красноярск с населением около 1 млн. чел., ЗА 361 тыс. т, ЗВ 416 млн. м³; основные источники загрязнения — производство

алюминия, химическая промышленность, теплоэнергетика, автотранспорт. Второй значительный очаг загрязнения в той же провинции — Назарове (ЗА 94 тыс. т, ГРЭС).

8.6. Степная зона

Степные ландшафты характеризуются семиаридным климатом с относительно высокой теплообеспеченностью, недостаточным увлажнением и ясно выраженными признаками континентальности. Аридизация и степень континентальности усиливаются по мере приближения к центру континента. В восточноевропейских степях сумма активных температур увеличивается с 2500-2600°C на северной периферии до 3450°C в Предкавказье, но на крайнем востоке ареала, в Забайкалье, она не превышает 2000°C. Влагообеспеченность в целом уменьшается как в широтном, так и в долготном направлении; для северных степей типичен коэффициент увлажнения 0,6-0,8, для южных -0,5-0,6 (на востоке до 0,4). Однако в степях Западного Предкавказья он достигает 0,7-0,8. Степень континентальности ярко проявляется в изменениях зимних условий. Так, период с устойчивыми морозами в предкавказских степях не выражен, в восточноевропейских он продолжается 100 дней, а в южносибирских - - 155 (из которых 40-60 дней приходится на экстремально холодный период). Если исходить из интегрального индекса *ТК*, величина которого колеблется в очень широком диапазоне - - от 24-25 на юго-западе до 9-10 на крайнем востоке зоны, — то степные ландшафты по экологическому потенциалу попадут в разные категории. Предсубтропические (предкавказские) степи характеризуются наиболее высоким экологическим потенциалом и комфортными природными условиями, типичные (северные и средние) восточноевропейские и западносибирские степи — преимущественно относительно высоким потенциалом и прекомфортными условиями, южные степи - - средним потенциалом и условно-благоприятной средой; экологический потенциал южносибирских степей близок к низкому.

При всех указанных различиях природной среде степных ландшафтов присущ ряд общих типических особенностей. Негативное экологическое значение имеют маловодность и безлесие, редкая речная сеть, резкая сезонная неравномерность речного стока (вплоть до пересыхания малых рек), повышенная минерализация и жесткость речных и грунтовых вод. Летом усиливается возможность перегрева организма, комфортный период сокращается до 60-70 дней. Типичны засухи (5-6 за 10-летний период), суховеи, пыльные бури, возможны нашествия саранчи (вероятность их увеличилась в связи с ослаблением мер борьбы; новейший пример этого стихийного бедствия относится к 1999 г.). В биогеохимическом отношении степные ландшафты менее благоприятны, чем лесостепные, в почвах усиливается накопление легкорастворимых солей, но относительно мало иода, цинка, молибдена. Из природно-очаговых болезней наибольшую потенциальную опасность представляют бешенство, леп-тоспироз, сибирская язва, местами в европейской части — Ку-лихорадка,

туляремия, ГЛПС, столбняк, дифиллоботриоз, бруцеллез², в Сибири - - клещевой риккетсиоз.

Высокий агроресурсный потенциал степей предопределил их интенсивную сельскохозяйственную освоенность. По уровню фоновых сельскохозяйственных нагрузок особо выделяются предсубтропические степи. Средняя ПН достигает здесь 65 чел./км², а ПСН наивысшая в стране - - 31 чел./км² (в Предгорно-Кавказской провинции 48, в Азово-Кубанской 35). Эти показатели заметно снижаются в северных восточноевропейских степях (ПН 48 чел./км², ПСН 12 чел./км²) и еще более резко в других подтипах и секторных вариантах степей, достигая самых низких значений в южносибирских степях (ПН 8 чел./км², ПСН около 3 чел./км²), что вполне соответствует изменениям экологического потенциала ландшафтов. В той же последовательности изменяется распаханность территории: в Азово-Кубанской провинции она приближается к 70%, в типичных восточноевропейских степях в среднем близка к 60%, в южных уменьшается до 40-50%, а на крайнем востоке --до 10%. По мере сокращения земледельческого освоения растет доля пастбищных угодий, которые в сухих (южных) степях приобретают доминирующее фоновое значение. Ландшафтно-географические и экологические последствия длительного сельскохозяйственного воздействия ранее уже освещались, и нет необходимости к ним возвращаться.

Что касается очаговых индустриально-урбанистических нагрузок, то в некоторых степных ландшафтах они приобретают определяющий характер, хотя в целом уровень урбанизации в этой зоне ниже, чем в рассмотренных ранее, ПГН 11 чел./км², ДГН 63% (значительно ниже среднего для России). Здесь насчитывается 32 крупных города, основные очаги урбанизации приурочены к берегам больших рек и горнопромышленным районам.

В Восточно-Европейском степном секторе наиболее значительные городские агломерации -- Самарская (1,6 млн. чел.), Ростовская-на-Дону (1,4 млн. чел.) и Саратовская (1,2 млн. чел.). Первая образует ядро северостепной подпровинции Низкосыртового Заволжья -- одного из самых густонаселенных и загрязненных мезорегионов (ПН 184 чел./км², ДГН 92%, ЗА более 500 тыс. т, ПЗА более 60 т/км²). Главные очаги техногенных нагрузок - - Самара (ЗА 249 тыс. т, ЗВ 408 млн. м³) и Новокуйбышевск (ЗА 260 тыс. т, основные загрязняющие отрасли -- нефтепереработка, нефтехимия и теплоэнергетика). В составе Ростовской агломерации выделяются два центра техногенных нагрузок -- Новочеркасск (ЗА 249 тыс. т, ГРЭС) и Ростов-на-Дону (ЗА 181 тыс. т, главным образом автотранспорт). В Саратове (ЗА 157 тыс. т, ЗВ 235 млн. м³) главным источником техногенного загрязнения является нефтехимическая промышленность. Ростовская агломерация примыкает к российскому Донбассу (Донецкая ландшафтная провинция) с сильно нарушенными ландшафтами; ПН достигает здесь 133 чел./км², ДГН 89%. Городские поселения этой провинции можно рассматривать как единую агломерацию с населением 768 тыс. чел. Основной загрязняющий фактор -- угледобыча, ЗА около 200 тыс. т, ПЗА

² В 1999 г. в Среднерусской провинции зафиксирована активизация очага крымской геморрагической лихорадки.

28 т/км². Самый значительный очаг урбанизации в Заволжской Высокоосып-товой провинции — Оренбург (ЗА 195 тыс. т, нефтегазовая и нефтехимическая промышленность).

В степях Предкавказья имеется ряд локальных центров загрязнения, главным образом отходами нефтехимической, химической промышленности, теплоэнергетики, а также автотранспорта; крупнейшие из них — Грозный (ЗА 316 тыс. т) и Краснодар (ЗА 257 тыс. т)³.

Южно-Зауральская провинция крупнейший промышленный район в рассматриваемой ландшафтной зоне, с мощными очагами техногенного воздействия, ЗА более 1,6 млн. т, ПЗА более 20 т/км². Главные центры -- Магнитогорск (ЗА 873 тыс. т, черная металлургия), Орск (ЗА 306 тыс. т, производство никеля, нефтехимия), Новотроицк (ЗА 232 тыс. т, черная металлургия), Медногорск (ЗА 127 тыс. т, производство меди).

В Предалтайской провинции главным центром техногенных выбросов служит Барнаул (ЗА 263 тыс. т, теплоэнергетика, нефтехимия, автотранспорт). На юге провинции находится локальный очаг загрязнения почв, связанный с добычей и обогащением полиметаллических руд (г. Горняк); этот же район в течение нескольких десятилетий подвергался влиянию Семипалатинского ядерного полигона, известно более 20 случаев радиоактивных выпадений.

В Абаканской провинции локальные очаги нарушения земель, загрязнения атмосферы и почв связаны с добычей угля и полиметаллических руд, выплавкой алюминия и молибдена (Черногорск, Саяногорск, Сорск).

В степях Забайкалья (Южно-Сибирский сектор) выделяются два наиболее значительных центра техногенного загрязнения - • Чита (ЗА 120 тыс. т) и Улан-Удэ (ЗА 100 тыс. т); основные источники - - теплоэнергетика и автотранспорт.

8.7. Полупустынная и пустынная зоны

Полупустынные и пустынные ландшафты характеризуются дальнейшим усилением дефицита влаги на фоне возрастания запасов солнечного тепла. Сумма активных температур увеличивается в юго-восточном направлении с 3200 до 3600°С, а коэффициент увлажнения одновременно сокращается с 0,4 до 0,2. Ландшафты полупустынного типа по индексу биологической эффективности климата *ТК* (в среднем около 10) можно отнести к экологически малоблагоприятным, с низким экологическим потенциалом, пустынные ландшафты (на территории России *ТК* около 7-8, за ее пределами значительно ниже) - - к неблагоприятным, близким к экстремальным, с очень низким экологическим потенциалом. Хотя признаки аридности более резко выражены в пустынях, оба типа ландшафтов имеют много общего по условиям жизни населения. Климат здесь переходный от континентального к резко континент-

³ Данные по ЗА приводятся, как уже было сказано, за 1989 г. К 1996 г. соответствующие показатели составили в Краснодаре 117 тыс. т, в Грозном — не более 80 тыс. т.

тальному. Зима довольно продолжительная и холодная, период с устойчивыми морозами продолжается 80-90 дней, возможен экстремум температуры до -34, — 36°C. Летом интенсивная инсоляция и высокие температуры воздуха в сочетании с его сухостью и запыленностью создают предпосылки для перегрева и обезвоживания организма, заболеваний дыхательных путей, расстройств желудочно-кишечного тракта. С избытком ультрафиолетовой радиации (в течение трех месяцев) связана онкологическая опасность. Комфортный летний период сокращается в этих ландшафтах до 45-50 дней. Типичны суховеи и пыльные бури.

Аридность проявляется в отсутствии постоянных местных водотоков, развитии процессов континентального соленакопления, высокой минерализации почвенных растворов и поверхностных вод, низкой биологической продуктивности, разреженности растительного покрова. В почвах наблюдается избыточная концентрация бора, цинка, местами других микроэлементов, но типичен дефицит иода. Потенциально опасные зооантропонозы — бешенство, сибирская язва, бруцеллез, крымская геморрагическая лихорадка, клещевые спирохетозы, в Волго-Ахтубинской пойме — туляремия, Ку-лихорадка, лептоспироз, дифил-лоботриоз.

Сравнительно высокая для аридных условий ПН (15 чел./км²) на три четверти создается за счет населения Волго-Ахтубинской поймы и Волгограда, т. е. по сути оазиса, приуроченного к транзитному течению Волги. 70-75% площади используется в качестве естественных кормовых угодий; очаги земледелия существуют в основном на орошаемых землях. Типичные последствия хозяйственной деятельности — дигрессия естественных пастбищ, дефляция, вторичное засоление, местами эрозия.

В береговой полосе Каспийского моря специфические экологические проблемы связаны с многолетними колебаниями уровня этого крупнейшего внутреннего водоема. К 1977 г. в результате длительного спада уровень Каспия достиг самой низкой отметки за последние 400 лет. Начавшееся в 1978 г. поднятие уровня уже привело к его повышению почти на 2,5 м. Основные причины этих колебаний имеют естественное происхождение, однако, по-видимому, играют роль и антропогенные факторы, связанные с нерациональным водопотреблением в бассейне Волги. Те же факторы (естественные и антропогенные) усугубляют интенсивность наводнений в Волго-Ахтубинской пойме (катастрофический характер имело, в частности, наводнение 1991 г.).

В структуре населения полупустынных и пустынных ландшафтов ДГН составляет 70%. Здесь имеются три крупных города, все они расположены на берегах Волги и служат наиболее значительными очагами техногенного воздействия. Крупнейший из них - - Волгоград с населением 1 млн. чел., ЗА 341 тыс. т, ЗВ 208 млн. м³; основные источники загрязнения - - автотранспорт, химическая, нефтехимическая промышленность, теплоэнергетика, черная и цветная металлургия. Астрахань (ЗА 112 тыс. т) -- центр газопереработки; в 60 км от города находится газоконденсатное месторождение. В г. Волжском (ЗА 83 тыс. т) источниками техногенных выбросов служат предприятия нефтепереработки и химической промышленности.

8.8. Предсубтропики

Субсредиземноморские и лесные предсубтропические ландшафты представлены на территории России в узкой полосе Черноморского побережья (протяженность - - 600 км) с прилегающими юго-западными склонами Большого Кавказа. С северо-запада на юго-восток сумма активных температур увеличивается от 3500 до 4000°C, а коэффициент увлажнения - - от 0,8 до 1,5, и сравнительно сухой климат с чертами средиземноморского сменяется гумидным климатом северной периферии влажных субтропиков. Соответственно индекс *ТК* возрастает с 29 до 40, но, несмотря на столь значительные различия, остается более высоким, чем где-либо в других районах России. Обилие солнца и тепла, мягкая зима (с положительными средними температурами самого холодного месяца), теплое море определили приоритетность курортной функции ландшафтов. По экологическому потенциалу они относятся к самому высокому классу. Определенные экологические ограничения имеют второстепенный или локальный характер (обильные дожди, эпизодические наводнения и оползни, новороссийская бора).

Приморская полоса густо населена и интенсивно освоена. Средняя ПН на всей территории (включая горные ландшафты) составляет 134 чел./км², ДГН 83% (с учетом курортных поселков, включенных в состав г. Сочи). Антропогенные нагрузки на ландшафты весьма значительны. ПЗА достигает 59 т/км², сильно загрязнена прибрежная зона Черного моря. В загрязнение атмосферы существенный вклад вносят автотранспорт и промышленность; центры загрязнения — Новороссийск (ЗА 116 тыс. т, цементные заводы), Сочи (ЗА 92 тыс. т, автотранспорт) и Туапсе (ЗА 54 тыс. т, нефтепереработка).

9. ЛАНДШАФТНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

9.1. Пути оптимизации взаимоотношений между обществом и природой

Напряженность во взаимоотношениях общества с природой, по-видимому, возникает не впервые. Предполагается, что еще первобытные люди могли вызвать экологический кризис, истребив мамонтов, которые давали им основные средства к существованию. Однако современная ситуация по своей опасности для земной природы, а следовательно, и для человечества, которое получает из нее все необходимое, не имеет прецедентов в истории и приобретает глобальные масштабы. Природные процессы невозможно локализовать в административных или политических границах. От выбросов промышленных предприятий Англии страдают Скандинавские страны; радиоактивные продукты испытаний атомных бомб разносятся по всей планете; влияние чернобыльской катастрофы сказалось далеко от того места, где она произошла; в земной атмосфере аккумулируется тепло, вырабатываемое неисчислимыми энергетическими установками, разбросанными по всей планете. Это — лишь несколько примеров.

Крайние пессимисты еще лет 30 назад предрекали глобальную катастрофу уже к 1971 или к 1975 г. По другим расчетам сохранение современных тенденций роста населения и потребления ресурсов приведет к критическому положению примерно в 2020 или 2030 г. Возможности избежать катастрофы некоторые специалисты видят в принудительном сокращении рождаемости и свертывании производства вплоть до возвращения к полупервобытному образу жизни. Другие, напротив, связывают перспективы выживания и процветания человечества с безграничным могуществом техники и покорением природы. Они предлагают растопить ледяные щиты, изменить направления морских течений, оросить пустыни, разрушить горные хребты, чтобы «открыть дорогу облакам» в засушливые области. Даже среди географов есть сторонники предельного насыщения природных ландшафтов техническими устройствами и превращения поверхности суши вместе с шельфом в «сплошной город необычной застройки». Некоторые специалисты возлагают большие надежды на производство искусственной пищи для прокормления будущего многомиллиардного населения Земли.

Необходимость и целесообразность столь радикальных трансформаций природной среды ничем не обоснованы. Они вызвали бы непредсказуемые социально-психологические, медико-биологические и другие последствия. Подобное «покорение» природы не будет способствовать физическому и духовному совершенствованию человека и лишь потребует от его организма крайнего напряжения всех адаптационных способностей, сделает его не хозяином техники, а ее рабом.

Кроме того, прежде чем предлагать разрушать одни хребты и возводить другие, перегораживать морские проливы и превращать поверхность Земли в сплошной город, необходимо предвидеть отдаленные *географические последствия* подобных рискованных экспериментов. Так, П. М. Борисов предложил перегородить плотиной Берингов пролив и перекачивать воду из Северного Ледовитого океана в Тихий. Это, по его мысли, должно усилить приток в Арктику теплых атлантических вод, вызвать таяние льдов и улучшить климат умеренного пояса. Но если произойдет потепление в высоких широтах, то ослабнет меридиональный перенос воздушных масс, что может привести к усилению засушливости в умеренных широтах. Наряду с этим начнется таяние многолетней мерзлоты, что неизбежно вызовет сложную перестройку природных комплексов.

Часто рассуждают, как было бы хорошо оросить Сахару и вообще превратить все пустыни в «цветущий сад». Правда, неизвестно, за счет каких источников влаги такое преобразование можно осуществить. Но если даже это и удалось бы, в пустынях резко усилятся затраты тепла на испарение и неизбежно понизится температура воздуха. В результате нарушится циркуляция воздушных масс, ослабнет перенос влаги в другие районы и взамен прежних пустынь мы можем получить новые пустыни в иных местах.

Излишне оптимистичные технократические взгляды на будущее следует отнести не столько к сфере науки, сколько к области фантастики. Но и представления пессимистов не имеют под собой прочных оснований. Необходимо искать реальные пути оптимизации отношения общества к природе, отдавая при этом себе отчет в двух непреложных фактах: с одной стороны, дальнейшее наращивание техногенного пресса на природную среду равносильно для человечества самоубийству, а с другой — без интенсивной эксплуатации природной среды прогресс и процветание человечества немыслимы. Остановить прогресс общества, повернуть его историю вспять, «назад в пещеру», невозможно, но и продолжать наращивание темпов производства за счет стихийного прогрессирующего разграбления естественных ресурсов и ухудшения среды обитания недопустимо. Кажущаяся неразрешимость этого противоречия и заставляет одних теоретиков проповедовать «экологический пессимизм» или «экологический фатализм», а других уповать на всемогущество техники и неограниченную «пластичность» человеческого организма.

Конечно, от прогресса техники, в особенности от «экологизации» технологии общественного производства, во многом будет зависеть успех перестройки наших взаимоотношений с природной средой. Но для коренного преобразования отношений между обществом и природой потребуется много усилий со стороны ученых, политиков и всей общественности.

Комплекс мер по рациональному использованию, охране, оздоровлению и обогащению природной среды будем кратко называть ее *оптимизацией*. Понятия «охрана природы», «природопользование» имеют более узкое содержание и охватывают лишь частные аспекты оптимизации. Нам предстоит охранять природу в условиях ее интенсивного использования. Человечество может себе позволить сохранить в нетронутом виде (в качестве заповедников) лишь ничтожную долю земной поверхности. В то же время не обойтись без активного

вторжения в природные процессы с целью улучшения среды обитания и повышения ее ресурсного потенциала. Охрана природы вовсе не предполагает ее полной консервации и запрета на хозяйственное использование.

Условно все мероприятия по оптимизации природной среды можно разделить на две группы. К первой относится то, что представляется уже достаточно очевидным и в значительной степени диктуется здравым смыслом, не требуя основательных научных разработок или принципиально новых технических решений. Вторая группа включает те меры, которые требуют серьезного научно-технического обоснования, т. е. относятся к поисковым, и осуществление которых следует планировать на ближайшие 10—20 лет, а может быть, и на более отдаленные сроки.

Известно, что многие природные ресурсы используются нерационально, расточительно. Так, три четверти добываемой в мире древесины теряется в виде неиспользуемых отходов. Много ценных элементов при добыче полезных ископаемых уходит в отвалы (например, медь и кобальт - при добыче железной руды; свинец, цинк, серебро - при добыче меди и т. д.), еще больше остается в недрах вследствие неполного извлечения при добыче (в том числе до половины, а иногда и более угля, нефти, цветных металлов). По подсчетам известного бельгийского эколога П. Дювиньо, в 1959 г. 10% мирового урожая зерновых погибло при хранении, потери урожая на корню от вредителей и болезней могут достигать 20%. Американский эколог и публицист Б. Коммонер убедительно показал, что мода, реклама, ложная престижность, а главное - стремление монополий к получению сверхприбыли, служат прямыми причинами расточительства природных ресурсов и косвенными факторами ухудшения качества жизненной среды. По его расчетам, только борьба с излишествами в потреблении энергии позволила бы сократить ее расходы в США на 36%.

Самый вопиющий факт расточительности ресурсов — это их использование для наращивания вооружений. Тот же Б. Коммонер считает, что для оборудования всех промышленных предприятий США очистными сооружениями было бы почти достаточно средств, равных годовому военному бюджету этой страны, а если в течение 25 лет затрачивать на перестройку технологии лишь 1/3 годового военного бюджета, то можно воссоздать здоровую природную среду на всей территории США.

Однако одного лишь здравого смысла явно недостаточно для осуществления, казалось бы, столь разумных целей. Очевидно, необходимо иметь для этого определенные политические, социальные и экономические предпосылки. Отсюда возникает особый комплекс проблем в составе всеохватывающей проблемы «общество -- природная среда». Они не входят в сферу географии, но от их решения зависит практическое внедрение научных разработок, в том числе и географических. Первейшая предпосылка - создание атмосферы доверия между всеми странами и народами мира, а на этой основе — достижение существенного прогресса в разоружении, конверсии военной промышленности, организация международного научного и технического сотрудничества в области глобальных проблем оптимизации природной среды.

Мы не будем касаться таких специфических аспектов рассматриваемой «сверхпроблемы», как природоохранное законодательство, экономическое стимулирование и экономическая эффективность затрат на охрану природы и ее рационального использования, а также перспектив создания ресурсосберегающей и безотходной технологии и ряда других. Важно лишь подчеркнуть чрезвычайно многогранный, комплексный характер проблемы оптимизации природной среды. Пожалуй, нет сейчас ни одной науки или отрасли техники, которая не имела бы к ней отношения. Но нас, естественно, интересует место и роль географии.

Самые энергичные действия политического, юридического, технологического, экономического характера не приведут к желаемому результату, если они не будут строго скоординированы на основе единой научной концепции оптимизации природной среды. Известно, что частные меры, предпринятые, казалось бы, с наилучшими намерениями, вступают между собой в противоречие и могут в конечном счете привести к негативным изменениям в природном комплексе. Так происходит, например, при сооружении гидроузлов и водохранилищ, когда удается получить дешевую электроэнергию и выровнять режим рек, но ценой затопления больших площадей, заболачивания окружающей территории и потери рыбных ресурсов. Другой пример: чем эффективнее меры по очищению атмосферы от вредных примесей, тем больше опасность загрязнения почв, внутренних вод и даже Мирового океана. Мы лишний раз убеждаемся, что всякое вмешательство в природные процессы должно основываться на доскональном учете взаимосвязей в геосистемах и на научном прогнозе возможных прямых и косвенных последствий осуществления инженерно-технических решений.

Таким образом, в основе практических мер по оптимизации человеческого воздействия на природную среду должна лежать научная теория. Только наличие такой теории позволит выработать общую стратегию нашего поведения, создаст научные предпосылки для разработки правовых природоохранных норм, для экономических расчетов, инженерно-технических проектов и, кроме того, для педагогической и воспитательной работы на поприще охраны природы.

Высказывалось мнение, что следует создать особую науку для управления взаимоотношениями общества и природы (предлагались даже разные названия для такой «сверхнауки»: ноогеника, геотехния, космотехния, созология). Но представляется более реалистичной точка зрения тех специалистов, которые считают, что разработка общей теории оптимизации природной среды — задача междисциплинарная, и в ее решение могут внести свой вклад многие науки, в том числе биология, физика, химия, кибернетика и др. И тем не менее есть основание утверждать, что ключевое положение среди них должна занимать география.

Первым, хотя и не главным, основанием для географов претендовать на ведущую роль в разработке общей теории оптимизации природной среды может служить их традиционный интерес к проблемам взаимодействия человека и природы, накопленный ими материал и опыт исследований в этой области. Разумеется, одна география не может охватить все аспекты взаимоотношений

человека и природы. У нее здесь определилось свое поле деятельности, выработались свои специфические проблемы, подходы и методы.

Исходная позиция географа в проблеме оптимизации природной среды заключается в том, что объектами оптимизации служат геосистемы всех уровней, в совокупности составляющие географическую среду человечества. Опираясь на это понятие, мы можем определить конкретные задачи географических исследований в целях создания общей концепции оптимизации географической среды. Можно различать, хотя и с некоторой условностью, два круга научных задач: фундаментальные и прикладные. Первейшая фундаментальная задача физической географии, решение которой определяет успех любых практических (прикладных) разработок, — это глубокое познание геосистем, т. е. присущих им естественных закономерностей строения, функционирования, динамики, эволюции и пространственного размещения. Вторая задача, тесно связанная с первой, — всестороннее изучение человеческого воздействия на геосистемы: выяснение механизмов этого воздействия и вызываемых им трансформаций в структуре, функционировании, динамике геосистем, а также степени их устойчивости к различным воздействиям и способности восстанавливать утерянную структуру.

Обобщение результатов всесторонней экологической и ресурсной оценки геосистем в сочетании с учетом их устойчивости к хозяйственным воздействиям и прогнозом возможных дальнейших изменений служит необходимой предпосылкой для перехода к заключительному этапу исследований, которые можно рассматривать как конструктивное направление в географии. Содержание этих исследований и состоит в разработке научных основ оптимизации геосистем, а их конкретным результатом должен быть *проект культурного ландшафта*. В этой работе географ, по существу, становится проектировщиком. Проектирование культурного ландшафта тесно соприкасается с так называемой организацией территории, с районными планировками, разработкой территориальных комплексных схем охраны природы. Более того, проект культурного ландшафта должен служить естественнонаучной основой для любых региональных народнохозяйственных проектов и планов социально-экономического развития.

9.2. Цели и принципы формирования культурного (оптимизированного) ландшафта

Понятие о культурном ландшафте имеет почти ту же историю, что и научное понятие о ландшафте вообще. Мы находим его еще у классиков ландшафтоведения — Л. С. Берга, С. С. Неуструева и др. Однако долгое время этот термин относили ко всякому измененному человеком ландшафту. Четкости в его трактовке нет и по сей день. Нередко его используют как синоним «антропогенного ландшафта», т. е. безотносительно к уровню природного комплекса и характеру изменений, обусловленных человеческой деятельностью. Так, в литературе появились «культурные ландшафты» городские и сельские,

карьерно-отвалы и садово-парковые, промышленные и дорожные и даже «рисовые» и «чайные». Не касаясь здесь несоответствия перечисленных объектов и их смыслового несоответствия научному представлению о географическом ландшафте, укажем лишь на явную несообразность трактовки в качестве «культурных» таких ландшафтов, в которых воздух загрязнен промышленными отходами, вода в реках непригодна для питья, леса истреблены, поверхность изрыта карьерами, поля засорены и малоурожайны и т. д.

Культурный ландшафт, или ландшафт, окультуренный человеком, очевиден – но, должен представлять собой *улучшенную модификацию* ландшафта естественного; в каких-то определенных отношениях первый должен отличаться от второго более высокими качествами. Понятия «лучше», «хуже», «качество» антропоцентричны: в природе не существует хороших и плохих ландшафтов. Когда мы говорим, что один ландшафт лучше другого, то имеется в виду, что он предпочтительнее с точки зрения человека, точнее – потребностей общества. Следовательно, критерии культурного ландшафта должны определяться общественными потребностями.

Одним из этих критериев, бесспорно, служит высокий экономический потенциал ландшафта. Однако только этого критерия недостаточно. Вряд ли можно считать ландшафт «культурным» лишь потому, что его интенсивно эксплуатируют, «выжимают» из него максимум производственных ресурсов и каждый клочок в нем заселен, застроен или распахан. В таких случаях обычно и получаются стихийно нарушенные ландшафты, в которых временный экономический эффект достигается ценой ухудшения среды обитания человека. Здоровая природная среда должна служить не менее, а скорее более важным критерием культурного ландшафта.

Итак, культурному ландшафту должны быть присущи два главных качества: 1) высокая производительность и экономическая эффективность и 2) оптимальная экологическая среда для жизни людей.

Этими критериями определяются цели и задачи оптимизации ландшафтов. Повышение экономической эффективности ландшафта достигается рациональным использованием и расширенным воспроизводством природных ресурсов. Рациональное использование относится ко всем видам ресурсов, воспроизводство – только к возобновимым, и прежде всего биологическим. Один из главных признаков культурного ландшафта – максимальная биологическая продуктивность (и соответственно интенсивный биогенный круговорот веществ). Другим важным признаком повышения «отдачи» ландшафта и вместе с тем сохранения невозобновимых ресурсов и поддержания здоровой среды служит эффективная утилизация возобновимых и практически неисчерпаемых источников энергии – солнечной радиации, геотермического тепла, ветра, приливов. Разумеется, при этом предполагается исключение всяких вредных воздействий производства на природную среду. Эти задачи выходят за рамки географии, но у географов здесь – обширное поле деятельности. Главное состоит в том, чтобы осуществление соответствующих инженерно-технических, агротехнических и других мероприятий не вступало в противоречие с целями формирования здоровой среды обитания и не наносило ущерба естественным структурам геосистем, не разрушало их природных «механизмов».

Вторая группа задач лишь условно может быть отнесена к категории экологических. В действительности эти задачи шире, поскольку их постановка выходит за рамки экологических требований: в культурном ландшафте природная среда должна обеспечивать не только биологические потребности людей, но и условия для их всестороннего и гармонического развития. По словам Д. Л. Арманд, истинно культурный ландшафт должен быть не только производительным и здоровым, но и *красивым*. А это, кстати говоря, предполагает максимально возможное сохранение участков с естественной средой, гармоничное сочетание элементов искусственной и естественной среды, разнообразие и живописность пейзажей. Сплошь «окультуренный», ухоженный ландшафт может быть высокопродуктивным, но это не значит, что он будет благотворно влиять на настроение человека, на его работоспособность и содействовать его культурному развитию.

Может показаться, что два главных требования к культурному ландшафту, которые здесь сформулированы, трудно совместимы. Во всяком случае, предшествующий опыт человечества не дает большой уверенности в такой возможности. Однако следует напомнить, что это опыт преимущественно стихийной эксплуатации ландшафтов, опыт разграбления ресурсов и одновременно разрушения нормальной жизненной среды. Но тот же опыт говорит, что при должном научном подходе экономические и экологические, а также культурно-эстетические интересы не только не противостоят друг другу, но и в большинстве случаев совпадают. Так, насаждение лесов целесообразно и в санитарно-гигиенических, и в экономических, и в мелиоративных, и в эстетических интересах. Д. Л. Арманд верно заметил, что разумное обычно красиво, что «в большинстве случаев воспринимаются как красивые те творения рук человеческих, которые сделаны целесообразно и добротой»¹. Прав он и в том, что сохранение природы, исходя из эстетических, воспитательных и научных интересов, со временем обернется и «материальной» прибылью.

Таким образом, кратко можно сформулировать следующие основные цели формирования культурного ландшафта:

1) обеспечение максимальной производительности возобновимых природных ресурсов, главным образом биологических;

2) эффективное использование возобновимых, неисчерпаемых, не загрязняющих среду источников энергии;

3) предотвращение нежелательных стихийных процессов как природного, так и техногенного происхождения (смыв почв, эрозия, заболачивание, наводнения, обмеление рек, сели, загрязнение воды, воздуха, почв и т. п.);

4) оптимизация санитарно-гигиенических условий природной среды (включая биогеохимическую ситуацию и причины возникновения природно-очаговых болезней);

5) обеспечение наилучших природных условий для воспитания и культурного развития человека, а также для научного исследования природных комплексов.

¹ Арманд Д. Л. Нам и внукам. М., 1966. С. 224.

К этому можно было бы добавить обеспечение оптимального функционирования геосистем. Достижение всех перечисленных целей следует осуществлять, учитывая необходимость поддерживать нормальное функционирование ландшафта и всех его составных частей, по возможности сохраняя их естественную структуру, не допуская чрезмерных «нагрузок». В этом и заключается сущность охраны природы в широком смысле слова и в то же время залог надежности культурного ландшафта.

Выяснив основные цели, необходимо теперь определить, как их достичь, т. е. каковы конкретные пути оптимизации ландшафтов.

Как мы уже отмечали, некоторые специалисты подходят к проблеме оптимизации природной среды с позиции «пантехницизма» и предлагают заменить природные ландшафты искусственной или «полуискусственной» средой, насыщенной инженерными сооружениями. У ряда географов этот взгляд встречает обоснованные возражения. Есть и такие, кто одну из задач географа видят в том, чтобы ограничить «власть техники» в ландшафте. «В пределах допустимого, - - пишут Л. Бауэр и Х. Вайничке, - - природа должна удерживать свои права, в том числе и в ландшафте, усиленно эксплуатируемом человеком. В конечном счете целью развития служит культурный ландшафт. В основе его лежит рациональное использование человеком заключенных в природе потенциальных сил, а не разрушение или угнетение природы»².

В. Б. Сочава выдвинул принцип сотворчества человека с природой. «Под сотворчеством мы понимаем осуществляемую человеком систему мероприятий, направленную на развитие потенциальных сил природы, активизацию природных процессов, увеличение продуктивности геосистем, а следовательно, и коэффициента полезного использования энергетических возможностей земного пространства. Сотворчество с природой основано на использовании и оптимизации тенденций, свойственных природе, ее интегральных (а не частных) режимов»³. Как видим, эти цели принципиально совпадают с задачами формирования культурного ландшафта, изложенными выше.

В приведенных высказываниях особо подчеркивается, что основной принцип оптимизации природной среды (геосистем) состоит в использовании и оптимизации *потенциальных возможностей и тенденций, заложенных в самой природе*. Действуя в союзе с природой, можно добиться наиболее устойчивых результатов. Естественные тенденции, присущие ландшафтам, конечно, не всегда отвечают интересам общества (например, заболачивание, засоление и др.), поэтому в ряде случаев заведомо придется нарушать сложившееся равновесие и искусственно поддерживать новые, неустойчивые культурные модификации ландшафтов с помощью техники. Но это отнюдь не является правилом.

Вообще надо заметить, что не существует и не может существовать некоего эталона, или идеала, культурного ландшафта. Огромное множество природных

² Бауэр Л., Вайничке Х. Забота о ландшафте и охрана природы. М., 1971. С. 210-211.

³ Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск, 1978. С. 254.

ландшафтных типов, помноженное на многообразие форм человеческого воздействия, дает необозримое число их конкретных современных модификаций, т. е. их реальных состояний на сегодняшний день. И, естественно, пути оптимизации должны быть дифференцированы соответственно реальным ситуациям. Более того, надо заметить, что оптимизация ландшафта не всегда должна означать его преобразование в культурную модификацию. В. Б. Сочава пишет: «...в настоящее время не возникает сомнения в том, что спонтанный ландшафт отнюдь не представляет собой во всех случаях лишь объект для трансформации его в культурный. Он призван существовать во многих местах и подлежит уходу, принципы которого основаны на знании законов природных систем». В другом месте он указывает, что «сотворчество с природой неравнозначно ее преобразованию, хотя цели и задачи того и другого нередко совпадают»⁴.

Если тот или иной природный ландшафт функционирует оптимально с точки зрения потребностей общества, он вовсе не обязательно должен быть окультурен. Например, если подходить к таежным ландшафтам с позиций оценки их глобальных функций, как поставщиков свободного кислорода, регуляторов водного режима, а также «кладовых» древесины и других ресурсов для будущих поколений, то может оказаться наиболее целесообразным оставить значительную их часть в спонтанном состоянии.

Можно различать три основных направления в оптимизации геосистем:

1. Полную консервацию, т. е. сохранение естественного (спонтанного) режима. В ряде случаев это целесообразно и даже необходимо -- в научных интересах (сохранение эталонов геосистем для изучения закономерностей их строения и развития), для сохранения генофонда растений и животных, водоохранных, почвозащитных и других целей. Однако мы уже знаем, что этот путь не может быть главным. Полное изъятие природных комплексов из хозяйственного оборота реально на небольшой части земной поверхности.

2. Строго регламентированное, преимущественно экстенсивное использование в сочетании с мерами, направленными на поддержание природного равновесия в ландшафте. Здесь подразумеваются способы хозяйствования, минимально нарушающие естественные связи, например регулируемое лесопользование с рубками в пределах годичного прироста, культурные пастбища и т. п. Принцип оптимизации в данном случае лучше всего можно характеризовать, согласно Л. Бауэру, Х. Вайничке, В. Б. Сочаве, как *заботу о ландшафте* или *уход за ландшафтом*. Минимальные немелиоративные меры по уходу (например, санитарные рубки, противопожарные мероприятия, устройство кормушек, солонцов для диких животных и т. п.) при соблюдении строгих норм хозяйственного использования природных ресурсов существенно способствуют повышению потенциала ландшафта -- увеличению прироста и качества биомассы, поддержанию устойчивого стока и сохранению качества воды в реках и водоемах, улучшению санитарно-гигиенических и эстетических достоинств

⁴ Там же.

ландшафта и т. д. Подобные ландшафты, очевидно, вполне можно отнести к категории культурных, хотя это не предполагает их коренного преобразования.

3. Активное воздействие методами, которые с известными оговорками можно назвать преобразовательными (имея в виду, что преобразованный ландшафт в любом случае остается модификацией коренного природного ландшафта). Здесь интенсивное хозяйственное использование сочетается с глубоким мелиоративным воздействием и разносторонними природоохранными мероприятиями; равновесие в ландшафте поддерживается в значительной мере искусственно. Многообразие реально существующих ландшафтов, подлежащих преобразованию, не позволяет конкретизировать эти самые общие положения. Но мы все же укажем на два наиболее типичных варианта.

При организации культурных ландшафтов на базе спонтанных (первобытных) или близких к ним слабо нарушенных ландшафтов, которые ранее мало затрагивались хозяйственной деятельностью, главное внимание следует обращать на профилактические мероприятия. Мы имеем в виду меры, направленные на предупреждение возможных нежелательных последствий предстоящего освоения. В основе этих мер должно лежать тщательное изучение внутренних и внешних связей ландшафта, выяснение «слабых мест» в его структуре, т. е. устойчивости этой структуры к разным формам человеческого воздействия. Только после этого можно что-либо рекомендовать: ограничить ли мелиоративное вмешательство (например, чтобы избежать пересушки водораздельных геосистем и вторичной дефляции), сохранить ли определенную часть лесных массивов (в противоэрозионных, противодефляционных, водоохраных и других целях), применять те или иные способы обработки полей и т. п.

В тех многочисленных случаях, когда культурные ландшафты придется создавать на месте геосистем, сильно нарушенных предшествующей хозяйственной деятельностью, необходимо разрабатывать комплекс *«лечебных» мероприятий* с тем, чтобы ликвидировать или существенно ослабить отрицательные последствия прежнего стихийного воздействия. К ним относится создание зеленых зон вокруг городов, рекультивация площадей, нарушенных горными разработками, закрепление подвижных песков, мелиорация вторичных солончаков и многое другое. Истинно ландшафтный подход к «лечению» ландшафта должен быть направлен на ликвидацию причин его «болезней», а не на их следствия. Так, можно бороться с селями, воздвигая перегородки на пути селевых потоков, но это паллиатив, равноценный лечению какого-либо тяжелого заболевания транквилизаторами. Важно предотвратить самую возможность возникновения подобных явлений, поэтому действенный путь состоит в том, чтобы восстановить нарушенное природное равновесие в истоках формирования разрушительных процессов. Точно так же борьбу с оврагообразованием надо вести на водосборах путем их рационального использования и мелиорации.

Нередко оказывается наиболее целесообразным восстановление (по возможности) первичных геосистем с их растительным покровом, животным миром, почвами, водным режимом. И. П. Герасимов, например, еще в 1967 г. рекомендовал восстановить многие «потерянные» ресурсы Сахалина (леса, заросли высокотравья, естественные запасы ценных животных).

В сопряженной системе фаций и урочищ, составляющих один ландшафт, могут быть участки, требующие разного подхода - - различного режима использования, охраны и мелиорации. Собственно культурные ландшафты в настоящее время еще редки и обычно представлены фрагментами, или «оазами» (например, Каменная степь), среди геосистем, нарушенных в той или иной мере. Определить оптимальное соотношение между участками с различным функциональным назначением и режимом использования одна из важнейших задач географа при проектировании культурного ландшафта.

Следует еще раз подчеркнуть, что культурный ландшафт остается *природным комплексом* и развивается по природным законам. Это было ясно уже классикам русского ландшафтоведения. С. С. Неуструев писал в 1918 г., что культурные ландшафты состоят в связи, хотя и не сразу видной, с естественными ландшафтами и в основе культурного ландшафта всегда лежит естественный. Б. Б. Полынов не улавливал ни границы, ни признаков, которые исключали бы так называемые культурные ландшафты из категории природных.

Попытки доказать, будто ландшафты, измененные человеком, развиваются по общественным законам, методологически несостоятельны. Даже самое интенсивное преобразование означает лишь появление новой модификации ландшафта, а не создание «нового» ландшафта (за некоторыми возможными исключениями). Каждому естественному ландшафту будут соответствовать свои культурные модификации, а в сходных (однотипных, одновидовых) ландшафтах сформируются аналогичные модификации. Поэтому, как подчеркивает В. Б. Сочава, в основе всякого преобразования ландшафта должно лежать представление о его инварианте. Добавим, что разработка типовых мер по оптимизации ландшафтов должна базироваться на их естественной классификации.

Одна из главных задач оптимизации ландшафта состоит в том, чтобы создать возможно более устойчивую его модификацию. Как уже отмечалось, культурный ландшафт в большинстве случаев менее устойчив, чем его исходный инвариант. Однако пути формирования культурного ландшафта многовариантны, альтернативны. Задача сводится к тому, чтобы выбрать из множества возможных модификаций наиболее оптимальный вариант. Относительная устойчивость - существенный критерий оптимальности. Чем более устойчив ландшафт, тем он, между прочим, экономичнее, так как требует меньшей затраты средств и материальных ресурсов на поддержание своих функций.

Известно, что сложные, многокомпонентные системы более устойчивы, чем простые, малокомпонентные. Это положение бесспорно доказано для биоценозов. В сложных биоценозах полнее используется энергия и первичная биологическая продукция, существует множество как бы параллельных пищевых цепей, в силу чего имеется возможность их взаимозаменяемости. В простых ценозах выпадение одного звена может привести к катастрофическим последствиям для всей системы. В этом отношении наиболее уязвимы искусственные ценозы, особенно монокультуры. Они не в состоянии справиться с нашествиями вредителей, с резкими колебаниями температуры и т. д. По-видимому, та же закономерность присуща геосистемам, хотя она еще почти не изучена. Но

исходя из важных стабилизирующих функций биоты в геосистемах, можно утверждать, что устойчивость последних в немалой степени должна зависеть от свойств и разнообразия биоценозов. Л. Бауэр и Х. Вайничке вполне правы, когда пишут, что способность культурного ландшафта сохранять стабильность своего баланса, естественное самовосстановление и стойкость к хозяйственному вмешательству человека определяется в основном его многообразием и дифференциацией.

К этому можно добавить, что внутреннее разнообразие повышает экологические, рекреационные и эстетические качества ландшафта. Отсюда лишний раз следует, что именно ландшафт должен рассматриваться как основной объект при оптимизации природной среды. В рамках фации или урочища вряд ли можно сформировать многокомпонентную, дифференцированную, внутренне разнообразную среду.

Подытоживая сказанное, приходим к заключению, что в ландшафтно-географических разработках при проектировании культурного ландшафта следует ориентироваться на оптимизацию его структуры и функций. А это означает необходимость воздействия на обе главные системы его внутренних связей: а) между подчиненными геосистемами морфологического уровня и б) между компонентами ландшафта — твердым субстратом, водой, почвой и т. д. Практически это осуществляется посредством: а) организации территории ландшафта и б) регулирования его «естественных функций», т. е. процессов, вытекающих из взаимодействия компонентов.

9.3. Организация территории ландшафта

Под организацией территории здесь подразумевается научно обоснованное размещение площадей с различным хозяйственным или другим (например, рекреационным, селитебным, природоохранным) функциональным назначением и режимом использования. Научная организация территории основывается на морфологии ландшафта. В известном смысле можно сказать, что цели организации территории состоят в том, чтобы найти наилучшее применение каждой морфологической единице ландшафта, с одной стороны, или, с другой — найти для каждого применения наиболее подходящие урочища или фации.

Ландшафтно-географический подход к организации территории не сводится к оценке и использованию потенциала каждого отдельного участка (урочища, фации) как такового, но основывается на учете сопряженности этих участков, на их «горизонтальных» связях, т. е. на морфологическом строении ландшафта как целого, можно сказать, на функционально-динамическом подходе к морфологии ландшафта.

Морфологические части ландшафта, или геосистемы локального уровня, вовлеченные в хозяйственное использование, с практических позиций рассматриваются как угодья (сельскохозяйственные, рекреационные, охотничьи и т. д.). В организацию территории входит решение таких вопросов, как: а) оптимальный набор угодий различного назначения; б) их рациональное взаимное

расположение, форма, размеры; в) режим использования, необходимые мелиорации и мероприятия по охране. Эти вопросы должны быть решены таким образом, чтобы обеспечивалось оптимальное функционирование всей системы угодий в пределах данного ландшафта с максимальным экономическим эффектом.

Конкретные пути организации территории зависят от многих факторов: во-первых, от естественной структуры самого ландшафта, во-вторых, от социального заказа, в-третьих, от «наследия», оставленного деятельностью предшествующих поколений людей.

Первейший принцип организации территории состоит в том, что это мероприятие должно быть строго дифференцировано по типам и видам ландшафтов, т. е. с учетом их зональных и азональных особенностей, а также индивидуальной специфики каждого ландшафта. Из анализа последствий человеческого воздействия на ландшафт ясно вытекает, что хозяйственные нагрузки на ландшафты необходимо регулировать в соответствии с их внутренней структурой и устойчивостью к внешним воздействиям. Нельзя, например, допускать вырубку лесов в высокогорьях и среднегорьях с их высоким гравитационным потенциалом. В низкогорьях допустимы лишь выборочные, регламентированные рубки, при этом лесные угодья, как правило, надлежит заменять не пашнями, а лугами.

Отсюда следует, что разработке проекта организации территории ландшафта должны предшествовать всесторонняя *качественная оценка геосистем* и разработка *ландшафтно-географического прогноза*. Иначе говоря, прежде чем приступить к организации культурного ландшафта, надо хорошо знать потенциал его в целом и каждой составляющей и предусмотреть возможные отрицательные последствия предстоящего преобразования. Оценка и прогнозирование — важнейшие задачи методики прикладных ландшафтных исследований.

Что касается социального заказа, то он формулируется в первую очередь текущими и перспективными планами социально-экономического развития. Эти планы определяют многоцелевые потребности в различных природных ресурсах и площадях. Интересы экономики и охраны природы не всегда совпадают; более того, между различными отраслями производства могут возникнуть противоречия в отношении использования земельных, водных и других ресурсов. Так, земли, наиболее удобные для промышленного и коммунального строительства либо предназначенные для открытых горных разработок, часто представляют собой ценный сельскохозяйственный или рекреационный земельный фонд. Интересы разных «потребителей» сталкиваются при дефиците воды. Для сельского и лесного хозяйства важно задержать часть стока, тогда как для промышленного и коммунального водоснабжения, транспорта и энергетики это невыгодно. При создании водохранилищ возникает конфликтная ситуация между интересами различных отраслей — гидроэнергетики, водного транспорта, сельского хозяйства, рыболовства и т. д.

При выборе решения следует руководствоваться не только экономическими расчетами, но и всесторонней оценкой возможных будущих физико-географических последствий того или иного варианта организации территории, а также ландшафтно-географическим прогнозом. Рекомендации ландшафтоведа, разу-

меется, не являются единственной основой для принятия решений. Однако в некоторых случаях, возможно, придется предпочесть вариант, экономически как будто менее выгодный, но рациональный для сохранения природного равновесия и в конечном счете для экономической отдачи в будущем. Таким образом, рекомендации ландшафтоведа должны носить альтернативный характер: содержать два или даже более вариантов организации территории с учетом различных возможных путей трансформации угодий, мелиоративных и природоохранных мероприятий.

Формировать культурный ландшафт можно на разной исходной основе. Так, при промышленном освоении новых территорий на севере Западной Сибири или в зоне Байкало-Амурской магистрали предстоит начинать с ландшафтов, почти не измененных человеческой деятельностью. Но в некоторых случаях приходится производить коренную реконструкцию урбанизированных или горнопромышленных территорий, с сильно нарушенными ландшафтами и стихийно сложившейся планировочной структурой.

Оба этих крайних примера характеризуются своей спецификой и своими трудностями. В ландшафтах первого рода необходимо предварительно провести всесторонние ландшафтные исследования, в программу которых следует включить комплексную оценку условий освоения и жизни населения с учетом медико-географических особенностей геосистем, их пригодности для сельскохозяйственного, инженерного, рекреационного освоения, потребности в мелиорациях и охране. Не менее важно дать прогноз возможных нарушений структуры ландшафтов в случае осуществления хозяйственных проектов, например таких, как сооружение мощных гидроузлов типа Нижнеобского или Печоро-Вычегодского, межбассейновая переброска речного стока, осуществление мелиорации на обширных площадях и т. п.

Рациональная организация давно освоенных и в той или иной степени нарушенных ландшафтов сталкивается с недостатком резервных земель, необходимостью коренной трансформации угодий, противоречивостью хозяйственных запросов. Так, в пригородных зонах крупных городов необходимо предусмотреть резервы территории для дальнейшего развития города и его спутников, создание защитного зеленого пояса и рекреационных угодий для кратковременного и длительного отдыха населения, обеспечить земельный фонд для пригородного сельского хозяйства и коммуникаций и т. д. Как отмечает Е. Н. Перцик, старая планировочная система обладает большой инерцией, ее перестройка требует больших усилий и капиталовложений. Поэтому проекты организации таких территорий нет смысла разрабатывать на краткие сроки и нужно смотреть на 50-100 лет вперед⁵. Это обстоятельство неизбежно диктует необходимость разработки прогноза изменений, которые могут произойти за такой период в ландшафтах и в результате развития естественных процессов, и в результате человеческого воздействия. Само собой разумеется, тщательная и всесторонняя оценка геосистем - инженерная, сельскохозяйственная, рекреационная - послужит важной предпосылкой для разработки научно обоснованного переустройства территории.

⁵ Перцик Е. Н. Районная планировка (географические аспекты). М., 1973.

Если отвлечься от конкретного социального заказа и разнообразия реальных ситуаций, можно сформулировать следующие основные принципы организации территории ландшафта:

1. Культурный ландшафт не должен быть однообразным. Внутреннее разнообразие ландшафта отвечает и важнейшему условию его устойчивости, и экологическим и эстетическим требованиям, хотя не всегда соответствует ближайшим экономическим интересам. Чередование небольших массивов сельскохозяйственных угодий, лесов, рощ, водоемов, а иногда даже болот, экологически целесообразно, но может затруднять применение сельскохозяйственной техники. Во многих ландшафтах (например, холмисто-моренных) характер морфологического строения сам по себе определяет дробность и пестроту угодий, но в этом случае разумнее приспособлять сельскохозяйственную технику к ландшафту, нежели укрупнять угодья с риском вызвать эрозию или другие неблагоприятные последствия.

2. В культурном ландшафте не должно быть разного рода антропогенных пустошей, свалок, заброшенных карьеров и других «неудобных» земель. Их все следует подвергнуть рекультивации.

3. Из всех видов использования земель приоритет надо отдать зеленому покрову, учитывая его особые функции в ландшафте, о которых уже много раз упоминалось. Хотя лучшие угодья должны использоваться в сельском хозяйстве, всегда необходимо стремиться к максимально возможному увеличению площадей под древесными насаждениями, занимая под ними рекультивируемые земли и часть малопродуктивных сельскохозяйственных угодий.

4. В некоторых ландшафтах, для того чтобы поддержать природное равновесие, целесообразно экстенсивно, «приспособительно» использовать земли. Естественные ценозы полнее утилизируют солнечную энергию и воду, чем культурные, и при определенных условиях экономически более эффективны.

Некоторые зарубежные авторы идеализируют примитивные способы использования земель. Так, считается, что кочевое животноводство наиболее «экологично» в силу того, что в нем налажены пищевые цепи (с человеком на вершине) и оно наносит меньше ущерба природной среде, чем культурное оседлое хозяйство. Имеются также указания о том, что в некоторых условиях выгодна переложная система земледелия, хотя в иных случаях (на крутых склонах, известняковом субстрате) она чрезвычайно вредна, так как катастрофически нарушает водный баланс и вызывает интенсивную эрозию.

В современную эпоху подобные методы использования земель приходится расценивать как архаичные, и многие из таких земель надо, по-видимому, рассматривать как потенциальный фонд для развития интенсивного сельского хозяйства. Тем не менее иногда «приспособительное» хозяйство себя экономически оправдывает. Например, в акациевых саваннах Восточной Африки, где концентрация домашних животных не может конкурировать с биомассой диких копытных, которые к тому же лучше приспособлены к недостатку влаги, болезням и не требуют ухода, рациональное охотничье хозяйство «экологичнее» и экономичнее, чем животноводство.

При эффективном «уходе за ландшафтом» поддержание в спонтанном состоянии лесных, болотных и других геосистем может дать немалую эконо-

мическую выгоду и в то же время будет отвечать целям охраны природы. Согласно некоторым данным, при увеличении поголовья диких животных и правильном охотничьем хозяйстве в нашей стране можно получать ежегодно не менее 200 тыс. т товарного мяса (к этому следует добавить и другую биологическую продукцию: грибы, ягоды, орехи, дикорастущие плоды). Болота могут дать до 500 кг клюквы с гектара и некоторое количество дичи, что в сочетании с водоохраным значением болот и их ролью в качестве местообитаний редких биологических видов и сообществ во многих случаях делает сохранение болот более предпочтительным, чем их осушение.

5. В проектах организации территории ландшафта необходимо предусматривать полное изъятие некоторых земель из хозяйственного использования и введение более или менее жестких ограничений на использование других земель. Существуют, как известно, разные категории охраняемых территорий, хотя они и не имеют единого статуса, классификации и номенклатуры.

Высшая категория охраняемых территорий — заповедники. Они служат эталонами геосистем и природными лабораториями для их комплексного изучения, идеальными местами для размещения ландшафтных стационаров и пунктов международного мониторинга, т. е. системы наблюдений за состоянием и изменениями природной среды. Кроме того, заповедники позволяют сохранить генофонд растений и животных, в числе которых есть редкие биологические виды. Они часто служат убежищами и центрами расселения флоры и фауны, источниками пополнения охотничьей фауны. Наконец, они выполняют водоохранную роль и в целом способствуют регулированию природных процессов на окружающих территориях. Полные заповедники должны быть закрыты не только для хозяйственной деятельности, но и для всякого массового посещения и использоваться лишь для научных исследований.

Чтобы эффективно выполнять свои функции, заповедник должен занимать достаточно большую и репрезентативную (типичную в физико-географическом отношении) территорию. Ландшафтно-географический принцип требует, чтобы заповедник охватывал типичные ряды сопряженных геосистем в пределах целого ландшафта. Небольшие заповедники, окруженные со всех сторон освоенными землями, подвергаются разнообразному «давлению», начиная от чрезмерного скопления животных, находящихся здесь убежище, а также вторжения сорняков и вплоть до техногенных загрязнений. Как правило, оптимальная площадь заповедника должна измеряться тысячами квадратных километров (крупнейшие заповедники России: Кроноцкий — 9,6 тыс. км², Алтайский — 8,6 тыс. км² и Печоро-Илычский — 7,2 тыс. км²). Каждый заповедник должен быть окружен буферной зоной с ограниченным режимом использования.

От собственно заповедников следует отличать другие категории охраняемых территорий — национальные и природные парки, природные резерваты и заказники. Национальные парки в некоторых странах занимают значительную площадь⁶, они предназначены главным образом для массового туризма и открыты для широкого посещения (в США их ежегодно посещает более

⁶ В Англии, например, под национальные парки отведено около 5% территории. Самый крупный национальный парк мира — Гренландский (около 7 млн. га).

100 млн. чел.; число посетителей Татранского национального парка в Словакии и Польше достигает 4 млн.). Ландшафтные заказники - небольшие охраняемые территории, где хозяйственная деятельность в той или иной степени ограничена и сохраняются специфические элементы ландшафта (на пример, друмлины в ландшафте Вооремаа в Эстонии). В природных резерватах охраняются главным образом элементы живой природы и ведутся научные исследования. Обычные заказники создаются для охраны диких животных, в том числе перелетных птиц. Они закрыты для охоты на те или иные сроки, иногда - - практически на неограниченное время и в последнем случае приближаются к заповедникам (таких долговременных заказников много в странах Экваториальной Африки). Нередко, впрочем, территории с подобным режимом именуются национальными парками.

При организации территории категория, статус и размеры охраняемых площадей будут зависеть от сохранности первичных ландшафтов, освоенности территории и других условий. Очевидно, «полные» заповедники могут быть созданы лишь на базе относительно ненарушенных ландшафтов. Национальные парки, требующие довольно больших площадей, при этом хорошо доступных для транспорта, могут иметь очень разнообразный характер и размещаться как в пределах малоизмененных ландшафтов, так и на давно освоенных территориях с археологическими, историческими и другими культурными памятниками. Особенно ценно сочетание фрагментов типичных естественных ландшафтов с участками, представляющими культурно-исторический интерес. В таких национальных парках можно сочетать площади с разным назначением и режимом - от резерватов для научных исследований до зон массового отдыха и участков хозяйственного назначения (примером может служить Лахемааский национальный парк в Эстонии площадью 65 тыс. га). Национальные парки - - одна из перспективных форм использования территории, где можно сочетать природоохранные, воспитательные, научные и в значительной мере экономические интересы.

В интенсивно осваиваемых ландшафтах желательно также выделить охраняемые территории на уровне хотя бы отдельных урочищ и их групп, для которых может быть установлен режим природных резерватов или специализированных (преимущественно биологических) заказников. Наконец, там, где не сохранилось геосистем в состоянии, близком к естественному, подлежат выявлению и сохранению отдельные природные элементы или памятники природы (редкие виды растений и животных, отдельные старые деревья, геологические обнажения, интересные формы рельефа, крупные валуны и т. п.).

6. Разработка рациональной планировочной структуры культурного ландшафта должна сопровождаться его внешним благоустройством, поддержанием или формированием высоких эстетических качеств. Уже в результате рекультивации нарушенных земель, озеленения и научно обоснованного размещения различных угодий эта цель в большой степени достигается. Существенное дополнительное значение имеет удачное «вписывание» в ландшафт различных сооружений, что входит в сферу так называемой ландшафтной архитектуры. Примером может служить придорожное оформление территории: желательно

сохранить или создать зеленые полосы вдоль дорог, убрать линии электропередач и связи в кабели. Американский исследователь Р. Парсон правильно заметил, что рекламные щиты вдоль дорог опошляют ландшафт, опасны для водителей и вызывают желание бойкотировать рекламируемые товары.

7. При организации территории необходимо учитывать всестороннюю сопряженность фаций и урочищ, их связи по гравитационному «каналу», через циркуляцию воздушных масс и сток. Так, взаимное расположение промышленных предприятий, жилых кварталов, зеленых зон, водоемов должно согласовываться с преобладающим направлением ветра, поверхностного и подземного стока. Для того чтобы предотвратить вторичные гравитационные процессы, важно обеспечить необходимую площадь лесов, при этом не только вдоль водотоков или оврагов, но и в особенности на водоразделах и склонах, независимо от ценности этих земель для других видов использования.

Одна из важных задач - предотвратить потерю ценнейших биогенных элементов почвы и материнской породы, ослабление биологического круговорота, а следовательно, и сокращение биологической продуктивности ландшафта. Вынос элементов минерального питания из плакорных фаций усиливается при распашке и внесении удобрений в почву. Растительность способна перехватывать эти элементы на путях их миграции, играя роль важнейшего биогеохимического барьера. М. А. Глазовская рекомендует размещать такие барьеры из высокопродуктивной растительности в фациях подножий, депрессий, долин. По ее мнению, водоемы при умелой организации рыболовства могли бы служить геохимическими ловушками для той части биологически важных элементов, которую не удалось задержать зелеными барьерами.

8. Рациональное размещение земель и научно обоснованный режим их использования и охраны необходимо сочетать с мерами, направленными на повышение их потенциала путем разного рода мелиорации. Здесь мы, в сущности, уже переходим ко второй стороне проблемы формирования культурного ландшафта - к воздействию на его функционирование, т. е. на природные процессы, происходящие в ландшафте.

9.4. Управление процессами функционирования ландшафта

Непрерывное поддержание и регулирование природных процессов в желательном направлении и на должном уровне составляют отличительную черту культурного ландшафта в противоположность ландшафту, стихийно нарушенному, которому человек предоставляет возможность необратимо деградировать или (в случае его обратимости) вступить в полосу длительных ренатурализационных смен.

Отсюда возникает вопрос о возможности и перспективах *управления природными процессами в геосистемах*. По мнению некоторых авторов, принцип управления природными процессами состоит в том, чтобы ценой небольших затрат энергии и вещества вызвать в них «цепные реакции». И. Ю. Долгушин считает, что в основе этого подхода лежит принцип индукции, т. е. использование импульса, усиливающего процесс. По Д. Л. Арманду, в данном случае

мы используем положительные обратные связи в системе, которые обуславливают лавинообразное усиление процесса, играя как бы роль реле.

Подобный принцип индукции нашел целенаправленное применение при воздействии на погоду. Достаточно лишь небольшого охлаждения переохлажденного облака (например, путем рассеивания 100-200 г твердого CCl_4) или введения в него небольшого числа ядер конденсации (несколько граммов йодистого серебра), чтобы вызвать выпадение осадков. При этом высвобождающаяся в результате конденсации энергия стимулирует восходящие токи и дальнейшее развитие облачности. Аналогичный метод используется для рассеивания низких облаков и туманов над аэродромами и для предотвращения града.

Нетрудно заметить, что для результативности подобных воздействий необходимо одно существенное условие - наличие неустойчивого равновесия в системе, которой мы собираемся «управлять». Фактически это частный случай распространенной ситуации, когда человек своим вмешательством вызывает необратимые изменения в геосистемах. Стихийно, не отдавая себе в этом отчета, люди «включали реле», например, вырубая леса или выжигая их, что приводило к цепным реакциям (например, таяние мерзлоты, образование просадок и вторичных озер — в этом случае в ландшафте также существовало неустойчивое равновесие).

Управление природными процессами путем целенаправленного использования принципа индукции и положительных обратных связей в геосистеме вряд ли можно рассматривать как универсальный способ воздействия на ландшафт. Во-первых, непременным условием должно быть неустойчивое равновесие в геосистемах, а это вовсе не обязательный случай в реальных природных условиях. Далее, необходимо, чтобы искусственное нарушение равновесия «сработало» в нужном нам направлении, т. е. чтобы ход «цепной реакции» до конца отвечал интересам общества. И затем, в связи с предыдущим, мы должны уметь не только дать толчок процессу («включить реле»), но и *контролировать* процесс, предвидеть все его побочные следствия и конечные результаты.

Как заметил И. Ю. Долгушин, по окончании «цепной реакции» обычно устанавливается некоторое новое равновесие между элементами системы. Важно, однако, предвидеть, *какое* это будет равновесие и *когда* оно установится. Далеко не всегда можно полагаться на стихийное саморегулирование процесса, на то, что на нужном этапе включатся отрицательные обратные связи. По-видимому, подобный путь пригоден лишь для чисто локальных и эпизодических воздействий типа тех, о которых мы упомянули. Расширение масштабов «цепных реакций» чревато опасностью потери контроля над ними или потребует таких усилий для их регулирования, которые во много раз превысят затраты энергии на «включение реле».

При формировании культурного ландшафта важно получить не временные и локальные результаты, а долговременные и по возможности устойчивые изменения природных процессов (а в сущности, функций ландшафта) на значительных площадях. Этого можно достичь известной перестройкой так называемых организационных, или конструктивных, связей в геосистемах,

или, иначе говоря, условий проявления инвариантных (физических, химических, биологических) законов. Одни и те же универсальные, или инвариантные, природные законы действуют в различных физико-географических условиях. Именно в силу огромного разнообразия этих условий открываются широкие возможности - - выразимся осторожно - - *регулирования* функций геосистем, в отличие от «управления» ими с помощью метода индукции, перспективы которого, надо полагать, довольно ограничены.

В качестве объектов непосредственного воздействия следует выбирать такие звенья естественного механизма функционирования ландшафта, которые могут служить наиболее удобными «входами» в систему. Они должны иметь достаточно активный характер, тесную сопряженность с другими звеньями, что позволило бы эффективно использовать их для косвенного воздействия на другие звенья, и в то же время относительно легко поддаваться искусственному регулированию. Еще А. И. Воейков нашел два главнейших естественных «рычага» для улучшения природной среды. На них же опирался В. В. Докучаев в своих планах оптимизации природы степей. Это *растительный покров* (а по существу, биогенный круговорот веществ) и регулируемое звено влагооборота - - *процесс стока*.

Другие «функции» ландшафта в этом отношении менее перспективны. Непосредственно воздействовать на гравитационные процессы и целенаправленно формировать рельеф можно лишь в ограниченных масштабах. То же надо сказать о физико-механических процессах в атмосфере и воздействии на климат (примеры «управления», о которых речь шла выше, относятся только к погоде, но не к климату). Наиболее реальный путь изменения климата на больших площадях -- косвенный, т. е. воздействие на подстилающую поверхность. Практически это означает использование растительного покрова (его альbedo, транспирационной способности, шероховатости) и стока (для орошения и тем самым изменения характера подстилающей поверхности, интенсивности транспирации и др.). Изменяя растительный покров и влагооборот, можно воздействовать на миграцию химических элементов в ландшафте, хотя в настоящее время это звено подвергается и активному прямому воздействию.

Растительный покров заслуживает особого внимания как естественный регулятор географических процессов в руках человека. Важнейшее его свойство состоит в том, что он сам себя воспроизводит, и его поддержание (если говорить о естественных, т. е. спонтанных, сообществах) требует от человека минимума усилий. Функции растительного покрова в геосистеме хорошо известны. В отличие от временных «индукторов» это постоянно действующий стабилизирующий фактор. Особенно важна его роль как регулятора вертикальных (межкомпонентных) географических связей. Интенсивность влагооборота и почвообразования стоит в прямой связи с продуцированием биомассы, а интенсивность гравигенных процессов — в обратной.

Техногенное воздействие усиливает утечку элементов минерального питания растений из ландшафта. Растительный покров — практически единственный фактор, препятствующий как техногенному, так и естественному выносу химических элементов и способствующий усилению их внутриландшафтного круговорота. Способность растительного покрова трансформировать лучистую

энергию Солнца в потенциальную химическую энергию, согласно В. Б. Сочаве, определяет его негэнтропийное значение.

Таким образом, высокая интенсивность фотосинтеза и развитый зеленый покров должны служить первейшим показателем оптимальности ландшафта.

Значение влагооборота -- своего рода кровеносной системы ландшафта и важнейшего канала как межкомпонентных, так и межсистемных географических связей - - также не нуждается в подробных объяснениях. Посредством водных мелиораций, т. е. регулирования стока, осуществляется воздействие на гравигенный перенос материала, испарение, водную миграцию химических элементов, почвообразование, функционирование биоты и биологическую продуктивность.

Проведение водных мелиораций требует особо тщательного учета структуры конкретных геосистем и их сопряженности. Увлечение осушительными мелиорациями в зоне избыточного увлажнения, как уже отмечалось, подчас приводит к нежелательным трансформациям природных комплексов. Когда осушение проводится без учета естественных тенденций изменения ландшафтов, в частности атмосферного увлажнения, оно может усугубить процесс иссушения (что и произошло в некоторых районах Земного шара, где за последние десятилетия намечилось уменьшение количества атмосферных осадков). В зоне избыточного увлажнения в летние месяцы может наблюдаться дефицит влаги, так что сельскохозяйственные земли в это время нуждаются не в осушении, а в орошении. К тому же из-за перераспределения осадков внутри ландшафта наряду с постоянно переувлажненными участками во впадинах и на плоских междуречьях существуют фации и урочища с недостаточным увлажнением (например, на крутых склонах гранитных гряд, вершинах камовых холмов и т. п.). Таким образом, водную мелиорацию нельзя рассматривать как односторонний процесс орошения или осушения; сущность ее состоит в *двустороннем регулировании водного режима геосистем*⁷.

Это положение относится и к аридным ландшафтам, где осуществляется ирригация. Оптимальные результаты можно получить, если строго соблюдать режим и нормы полива и орошение сочетать с дренажем.

В зоне неустойчивого увлажнения актуально сокращение поверхностного стока и использование части задержанной влаги для повышения биологической продуктивности. Правда, при этом несколько сокращается питание рек, что сказывается на весеннем стоке; меженный сток может даже увеличиться из-за пополнения запасов грунтовых вод. Таким образом, при правильном регулировании процессов стока на водосборах водный режим рек выравнивается.

К двум основным естественным «рычагам» регулирования географических процессов надо добавить еще один — *химизацию*, т. е. прямое целенаправ-

⁷ Надо заметить, что осушение болот (в особенности верховых) экономически малоэффективно. Нередко после осушения возникают пожары, лес растет плохо и не оправдываются затраты на осушение. Между тем неосушенные болота дают ценные пищевые продукты и лекарственные травы.

ленное влияние на геохимический круговорот в ландшафте, преимущественно на его биогенную составляющую.

Все перечисленные способы оптимизации ландшафта можно отнести к мелиорации, если понимать ее широко. Правильная агротехника, в сущности, та же мелиорация, она преследует те же цели регулирования, или оптимизации, природных процессов (обеспечение высоких урожаев) и пользуется теми же «рычагами». В системе агротехнических мероприятий в этой связи можно выделить три основных звена:

а) регулирование поверхностного стока преимущественно механическими способами (зяблевая вспашка, снегозадержание, вспашка поперек склона, контурная вспашка, обвалование, террасирование склонов), с тем чтобы обеспечить растения влагой, предотвратить денудацию и «утечку» элементов минерального питания и в конечном счете увеличить биологическую продуктивность;

б) использование биологических методов (многоотраслевое хозяйство с интенсивным животноводством, рациональные севообороты, лесные полосы, «зеленые» удобрения и др.) как эффективных средств перехвата поверхностного стока, усиления биогенного круговорота веществ, регулирования биоценологических отношений (лесные полосы, например, служат местобитаниями птиц, уничтожающих вредных насекомых);

в) применение способов прямого химического воздействия на миграцию химических элементов в системе «почва -- растение», а через нее на биологическую продуктивность с помощью химических удобрений, известкования, а также на формирование искусственных биоценозов с помощью пестицидов и гербицидов.

Химические способы воздействия на функционирование геосистем требуют особой осторожности, как это следует из материалов, приведенных в предыдущих главах.

Описанные способы регулирования различных звеньев функционирования ландшафта осуществляются с применением тех или иных технических средств, но только преобразование стока в некоторых случаях требует возведения инженерных сооружений. Роль последних надо рассматривать как вспомогательную. Они эффективны лишь при условии, когда «вписываются» в ландшафт и их действие сбалансировано с природными процессами. Функция плотины, например, может потерять всякий смысл, если состояние ландшафта (облесенность, интенсивность поверхностного стока и эрозии) таково, что через 20-30 лет водохранилище заполнится наносами.

Инженерные решения часто оказываются не лучшей мерой. Так, восстановление лесов на водосборе может служить более радикальным методом борьбы с паводками, чем сооружение плотин. Но в некоторых случаях, когда речь идет о борьбе с так называемыми стихийными бедствиями, инженерные решения пока остаются практически единственно возможными. Мы еще не в состоянии управлять этими процессами или регулировать их. Борьба с ними сводится к защитным и приспособительным, в значительной мере инженерным мероприятиям, а также к совершенствованию методов прогноза, с тем чтобы ослабить действие стихии.

От подобных явлений следует отличать такие «стихийные» процессы, которые полностью или в большой степени обязаны человеческой деятельности, — вторичную эрозию, пыльные бури, движение разбитых песков и др. Их можно предупредить, если рационально использовать земли и проводить ландшафтно-мелиоративную профилактику, основанную главным образом на регулировании стока и интенсификации биотических процессов. В сущности, эти же природные «рычаги» используются для «лечения» тех ландшафтов, где указанные процессы уже развились в результате предшествующего стихийного хозяйственного воздействия.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Агротехнические методы при оптимизации ландшафта 184
- Акклиматизация животных 102
- Актуальная устойчивость геосистем 135
- Аналитические эколого-географические карты 53-55
- Антропогенная нагрузка на геосистемы, ландшафты 121-124
- трансформация геосистем, ландшафтов 104, 105, 123-134
- Антропогенное воздействие на природную среду, ландшафты 101—107
- Антропогенные модификации геосистем 126-134
- нарушения функционирования геосистем 123-126
- экологические аномалии 31
- энергетические факторы 125, 126
- Антропоэкология 22
- Арвальные модификации геосистем 130
- Арктика 144
- Артезианские воды 69
- Баланс химических веществ в почве 71, *пел* 72
- Бальнеологические курорты 67
- Биогеохимическая среда 70, 71
- Биогеохимические аномалии 72
- патологии 67, 70-72
- Биологическая продуктивность 76—78
- Биологические метаболизм, круговорот веществ 77
- Биота как экологический фактор 76, 77
- Буря 66
- Влагооборот и оптимизация ландшафта 183
- Водная миграция поллютантов 117
- Водные мелиорации 183
- Водообеспеченность населения 67—69
- Водопотребление 68
- Водохранилища, воздействие на ландшафты 106
- Воздействия человека на природу, в условиях НТР 9-19
- Вулканизм 75
- Географизация экологии 26
- Географическая оболочка как глобальная природная среда 17, 30
- среда 26, 30 Географический детерминизм 5, 6
- нигилизм 7, 8
- подход к изучению системы «человек-природа» 8, 9
- — к оптимизации природной среды 167
- География и экология, взаимоотношения 23-28
- Геокриологические процессы 74
- Геосистема 25
- и экосистема, различия и соотношения 25, 26
- Геохимическая устойчивость геосистем 137, 139
- Геоэкология 26-28
- Гидротехническое строительство, воздействие на ландшафты 106
- Глобальные экологические катастрофы, прогнозы 20
- Горнодобывающая промышленность, воздействие на ландшафты 106
- Гравитационная устойчивость геосистем 136-139
- Грунтовые воды 69 Гуманитарная экология 22, 26
- Двухрядный принцип ландшафтного районирования 40, 41
- Демографический взрыв 16
- Денудация 73
- Деструктивные природные процессы 73-75
- Дефляция 73

- Дикорастущие пищевые растения 78
- Доиндустриальные типы использования земель 101—104
- формы хозяйственной деятельности 101-104
- Животные как реципиенты техногенных загрязнений 117, 121
- Животный мир как экологический фактор 80-84
- Загрязнение атмосферы 107-113
- воздуха городов 112, 113
- поверхностных и подземных вод 117-121
- почв 113-116
- природной среды 17, 107—121
- Закон зональности 13, 14
- Заповедники 178
- Засуха 66
- Земледелие, воздействие на ландшафты 102, 103
- Землетрясения 74, 75
- Зона экологического оптимума 88
- Зональная патология 66
- Зональность антропогенной нарушенности ландшафтов 131—134
- ландшафтная, широтная 13
- природно-очаговых болезней (ПОБ) 82, 83
- расселения 90—96
- условий жизни населения 88
- устойчивости ландшафта 137, 138
- хозяйственной освоенности территории 97-100
- человека 14
- Зооантропонозы 80—84
- Иерархия геосистем 31
- экологических проблем 31, 32
- Изменчивость геосистем 31
- Иксодовые клещи 82
- Инвайронментализм 7
- Индекс антропогенной трансформации ландшафтов 128
- биологической эффективности климата 37, 84-86
- загрязнения воды 120
- Индустриальные формы воздействия на ландшафты 105—107
- Инерционность геосистем 135
- Ионный сток 139
- Использование земель, воздействие на ландшафты 101-107
- Карст 74
- Картографический метод 50
- Качество воды 69, 120
- Климат как экологический фактор 64-67
- Конфликтные ситуации в природопользовании 174
- Концентрация загрязняющих веществ в атмосфере 112
- тяжелых металлов в почве 115
- химических элементов в почве 71
- Коэффициент увлажнения Высоцкого-Иванова 85
- Кровососущие насекомые 82, 83
- Культурный детерминизм 7
- ландшафт 167, 174
- Лавины 73
- Ландшафт как базовый (низовой) эколого-географический район 34, 47
- — основной объект оптимизации при родной среды 167
- Ландшафтная архитектура 179
- зона 41
- карта 49, 53
- область 41, 45
- подзона 41
- подпровинция 41, 45
- провинция 41, 45
- структура территории 34, 47
- Ландшафтно-географический подход к организации территории 175-180
- Ландшафтное районирование 39-50

- Ландшафтный заказник 179
 — макрорегион 41
 — мезорегион 41, 45
 - округ 50
 — сектор 41
- Лекарственные растения 78, 79
- Лес как стабилизирующий фактор в геосистеме 76, 77
- Лесные пожары 104
- Лесостепная зона 156-158
- Лесоэксплуатация, воздействие на ландшафты 104, 105
- Лечебные минеральные воды 67
- Лугово-лесные ландшафты 146, 147
- Медико-географическое значение компонентов ландшафта 66, 67, 72, 80-84
- Мелиорация, негативные последствия 103
 — в оптимизации ландшафта 183, 184
- Мерзлотные геоморфологические процессы 74
- Метель 66
- Миграция химических элементов в ландшафте 71, 72
- Млекопитающие, эпидемиологическое значение 80, 81
- Многолетняя мерзлота 74
- Наводнения 69
- Нарушенные земли 106
- Национальные парки 178, 179
- Нефтяное загрязнение почв 114
- Нормирование антропогенных нагрузок 140-143
- Обводненность ландшафта 67, 68
- Обеднение ихтиофауны 121
- Обратимые изменения геосистем 135
- Общая эколого-географическая карта 57-63
- Озера 69
- Ойкумена 23
- Оползни 73
- Оптимизация взаимоотношений человека с природой 20, 163-167
 — геосистем 167-174
 — природной среды 14
- Организация территории ландшафта 174-180
- Охотничий промысел, воздействие на ландшафт 101, 102
- Охраняемые территории 178, 179
- Оценка экологического потенциала 84-88
 — — состояния геосистем 36, 37
- Памятники природы 179
- Парниковый эффект 20, 125
- Пастбищное животноводство, воздействие на ландшафты 102
- Переносчики и прокормители возбудителей ПОБ 80, 81
- Перспективная устойчивость геосистем 135
- Пластичность геосистем 135
- Плотность выбросов вредных веществ в атмосферу 108
 — сброса загрязненных сточных вод 118, 119
- ПОБ см. природно-очаговые болезни
- Подтаежная зона 152—154
- Поллютанты 107
- Полупустынная зона 160, 161
- Пороговые концентрации поллютантов 115
- Поссибилизм 7
- Потенциальная опасность заражения ПОБ 82, 83
 — устойчивость геосистем 135
- Почва как экологический фактор 70-72
- Почвенное звено техногенной миграции веществ 113
- Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ 112, 115, 120, 140
- Предсубтропики 162
- Принцип индукции в управлении природными процессами 181

- Принципы оптимизации природной среды 166, 167
- Природно-очаговые болезни 80, 83
- Природные резерваты 179
- экологические факторы 36
- Проектирование культурного ландшафта 174-180
- Противоденудационная устойчивость геосистем 138, 139
- Пустынная зона 160, 161
- Пыльные бури 66, 73
- Радационная опасность, источники 115, 116
- Радационное загрязнение природной среды 115
- Растительный покров в культурном ландшафте 182
- — как экологический фактор 76-80
- Реакции населения на воздействия природно-экологических факторов 55
- Реальная устойчивость геосистем 135, 136
- Регионально-типологический подход в экологической географии 49, 50
- Региональный эколого-географический анализ 33
- Регулирование процессов в ландшафте 182-185
- Рекреационная дигрессия 106, 142
- Рекреация, воздействие на ландшафты 106, 107
- Рельеф как экологический фактор 72-74
- Ренатурализация антропогенных модификаций геосистем 126
- Реципиенты техногенного загрязнения 107
- Речной сток, экологическое значение 68, 69
- Рыбы как источники ПОБ 81
- Сброс загрязненных сточных вод 117, 118
- Сезонная изменчивость стока 68, 69
- Сейсмоопасные зоны 74, 75
- Сели 73
- Синтетические эколого-географические карты 52, 53, 55-57 Система эколого-географических карт 53-56 Смерчи 66 Солифлюкция 74 Сотворчество человека с природой 170, 171
- Социальная экология 22
- Социальный детерминизм 7
- Способы заражения ПОБ 81, 82
- Среда обитания 19, 26, 30
- Стабилизирующие функции растительного покрова 76, 77, 136, 137, 140
- Степная зона 158—160
- Стихийные природные явления 65, 69, 72-75
- Сток взвешенных наносов 138, 139
- Субарктика 144-146 Суховеи 66
- Таяжная зона 147-152
- Тайфуны 66
- Твердые производственные и бытовые отходы 113, 114
- Температурный комфорт и дискомфорт 65
- Тепловое загрязнение природной среды 125
- Теплообеспеченность 64, 65 Термический эффект антропогенных воздействий 125, 126 Термокарст 74, 102
- Техногенная миграция атмосферных поллютантов 108, 112
- химических элементов 108, 112-114, 119, 120
- Техногенные геохимические аномалии 112, 115
- Типологические группы ландшафтов 47
- Токсичность поллютантов 112, 114, 117, 118 Трансграничный перенос загрязняющих веществ 108

- Трансмиссивные ПОВ 82
- Тяжелые металлы как загрязнители почв 114
- Умеренный детерминизм 7
- Управление функционированием ландшафта 180, 185
- Ураганы 66
- Урбанизация и экологический потенциал ландшафта 92, 96
- Уровни хозяйственной освоенности территории 97—100
 - экологического потенциала ландшафта 85-88
 - эколого-географических исследований 34
- Устойчивость компонентов ландшафта 136, 137
 - ландшафта, геосистемы к антропогенным нагрузкам 38, 55, 56, 135, 140, 173, 174
 - — к техногенным загрязнениям 139
 - растений к техногенным загрязнениям 116, 117
- Уход за ландшафтом 171
- Формы антропогенного воздействия на природную среду, ландшафты 101-107
- Химизация в культурном ландшафте 183, 184
- Цепные реакции в геосистемах 181
- Цунами 75
- Широколиственно-лесная зона 154-156
- Эвтрофикация водоемов 103, 121
- Экзогенные геоморфологические процессы 73, 74
- Экологизация географии 20
- Экологическая география 28-32
 - классификация ландшафтов 57—61
 - оценка геосистем 35-37
 - функция природной среды, ландшафта 29
- Экологические группы ландшафтов 59-61
 - последствия НТР 19
 - проблемы 29
 - факторы 29, 35
 - функции животного мира 80—84
 - почвы 70-72
 - — растительного покрова 76—80
 - рельефа 72-74
- Экологический бум 21
 - кризис 16, 20
 - подход в географии 24
 - потенциал ландшафта 31, 84-88
 - эффект антропогенных воздействий 38
- Экологическое движение 20, 21
 - нормирование 140-143
 - состояние ландшафта, территории 32, 35
- Экология 21-24
 - в массовом сознании 21, 22
 - человека 14, 22, 89
- Эколого-географическая характеристика ландшафтных зон 144—162
- Эколого-географические закономерности освоения территории 96-100
 - — исследования 33-39
 - — карты 50-63
 - — — расселения 89-96
- Экосистема 25
- Экстремальные природные условия 99, 100
 - — явления 65, 66
- Эндогенные геоморфологические процессы 74, 75
- Эрозия 73, 103
- Ядовитые животные 83, 84
 - растения 79, 80

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|------------|
| Предисловие..... | 3 |
| 1. Развитие представлений о взаимоотношениях между человеком и географической средой | 5 |
| 1.1. Географический детерминизм и географический нигилизм | - |
| 1.2. Воздействие человека на природу: эволюция взглядов | 9 |
| 1.3. Истоки научной теории природопользования и экологической географии в трудах В. В. Докучаева и его школы..... | 12 |
| 1.4. Научно-техническая революция и экологическое движение | 16 |
| 2. Концепция экологической географии | 21 |
| 2.1. Современная экология как сфера междисциплинарных научных исследований | - |
| 2.2. География и экология..... | 23 |
| 2.3. Предмет, задачи и теоретические основы экологической географии | 28 |
| 3. Региональный эколого-географический анализ | 33 |
| 3.1. Задачи и содержание региональных эколого-географических исследований | - |
| 3.2. Ландшафтное районирование и ландшафтная структура территории | 39 |
| 3.3. Эколого-географическое картографирование..... | 49 |
| 4. Природные экологические факторы и экологический потенциал ландшафта | 64 |
| 4.1. Экологические функции абиотических компонентов ландшафта | - |
| 4.2. Экологические функции биоты..... | 76 |
| 4.3. Экологический потенциал ландшафта и его оценка | 84 |
| 5. Эколого-географические закономерности расселения и освоения территории | 89 |
| 6. Антропогенные воздействия на ландшафты и их экологические последствия | 101 |
| 6.1. Основные формы антропогенного воздействия на природную среду..... | - |
| 6.2. Загрязнение природной среды и техногенная миграция химических элементов | 107 |
| 6.3. Антропогенные нагрузки и трансформация геосистем | 121 |
| 7. Устойчивость геосистем и экологическое нормирование | 135 |
| 8. Зональная эколого-географическая характеристика России | 144 |
| 8.1. Арктика и Субарктика | - |
| 8.2. Таяжная зона..... | 147 |
| 8.3. Подтаяжная зона..... | 152 |

| | |
|---|------------|
| 8.4. Широколиственно-лесная зона | 154 |
| 8.5. Лесостепная зона | 156 |
| 8.6. Степная зона | 158 |
| 8.7. Полупустынная и пустынная зоны | 160 |
| 8.8. Предсубтропики | 162 |
| 9. Ландшафтно-географические основы оптимизации природной среды | 163 |
| 9.1. Пути оптимизации взаимоотношений между обществом и природой. . . . | - |
| 9.2. Цели и принципы формирования культурного (оптимизированного) ландшафта..... | 167 |
| 9.3. Организация территории ландшафта | 174 |
| 9.4. Управление процессами функционирования ландшафта..... | 180 |
| Предметный указатель | 186 |

Учебное издание

Исаченко Анатолий Григорьевич

ВВЕДЕНИЕ В ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ГЕОГРАФИЮ

Учебное пособие

Редактор *В. М. Николаева*
Художественный редактор *Е. И. Егорова*
Обложка *А. Ю. Пыреговой*

Лицензия ИД № 05679 от 24.08.2001

Подписано в печать 20.05.2002. Формат 70х100¹/i6-
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 15,48.
Уч.-изд. л. 14,84. Тираж 1000 экз. Заказ № 60.

Издательство СПбГУ. 199034, Санкт-Петербург,
Университетская наб., 7/9.

Тел. (812) 328-77-63; факс (812) 328-44-22
E-mail: [books\(5\)dk2478.spb.edu](mailto:books(5)dk2478.spb.edu)
www.unipress.spb.ru

Типография Издательства СПбГУ.
199061, С.-Петербург, Средний пр., 41.