

**Исаченко А. Г.**

И85 Ландшафтоведение и физико-географическое районирование: Учеб.— М.: Высш. шк., 1991.— 366 с.: ил.

ISBN 5-06-001731-1

В учебнике систематически излагаются теоретические основы ландшафтоведения, его предмет, история, основные закономерности дифференциации географической оболочки и формирования ландшафтов. Подробно рассмотрены вопросы структуры, функционирования, динамики ландшафтов, их систематика, проблемы физико-географического районирования. Дан анализ взаимодействия между человеческим обществом и ландшафтами.

1805040100(4309000000) — 083

И 111 — 91

001(01) — 91

ББК 26.82

551.0

---

## Введение

**Предмет ландшафтоведения, Природные территориальные (географические) комплексы и геосистемы.** Ландшафтоведение — часть или раздел физической географии, следовательно, у него, строго говоря, не может быть особого предмета исследования, отличного от предмета физической географии в целом. Основная идея современной физической географии — это идея взаимной связи и взаимной обусловленности природных географических компонентов, составляющих наружные сферы нашей планеты. Исторически эта идея конкретизировалась в двух направлениях и привела к представлениям о *географической оболочке*, с одной стороны, и о *природном территориальном, или географическом, комплексе* — с другой.

В понятии о географической оболочке получили свое законченное выражение мысли о целостном географическом комплексе в глобальных масштабах, что определило предмет изучения общей физической географии, или общего землеведения<sup>1</sup>. Понятие о природном территориальном комплексе как конкретном локальном или региональном сочетании компонентов земной природы легло в основу ландшафтоведения.

Под *природными географическими компонентами* мы понимаем: 1) массы твердой земной коры; 2) массы гидросферы (на суше это различные скопления поверхностных и подземных вод); 3) воздушные массы атмосферы; 4) биоту — сообщества организмов — растений, животных и микроорганизмов; 5) почву. Кроме того, в качестве особых географических компонентов обычно различают рельеф и климат. По существу первый представляет собой лишь внешнюю форму твердой земной коры, но не самостоятельное природное тело; второй — совокупность определенных свойств и процессов воздушной оболочки, точнее — отдельных воздушных масс. Однако и рельеф, и климат играют столь важную роль в формировании и функционировании географического комплекса, что по традиции за ними сохраняются права самостоятельных географических компонентов.

<sup>1</sup> Название «общее землеведение» стало традиционным, хотя не отвечает сущности предмета, содержанию и задачам общей физической географии как науки о географической оболочке (а не о Земле как планете).

Взаимная зависимость географических компонентов и реальность образуемых ими сложных материальных комплексов, или систем, проявляются в сопряженных изменениях компонентов от места к месту, т. е. в их взаимной пространственной приуроченности. Это легко показать на профилях, пересекающих любую территорию в каком-либо направлении, например с севера на юг, когда вслед за изменениями климата происходит согласованная смена водного баланса, почв, растительного и животного мира. Аналогичную картину, только в более узких, локальных масштабах, можно наблюдать на профиле, пересекающем различные элементы рельефа от водораздела через склоны и террасы к руслам рек: вместе с рельефом изменяются поверхностные отложения, микроклиматы, уровень грунтовых вод, виды и разности почв, фитоценозы.

Географические компоненты взаимосвязаны не только в пространстве, но и во времени, т. е. их *развитие также происходит сопряженно*. Так, на всякое изменение климата обязательно отреагируют водоемы, растительные и животные сообщества, почвы и даже рельеф. Правда, эта реакция не может быть мгновенной, поскольку каждому компоненту присуща определенная инерция и нужно время, чтобы они «подтянулись» и перестроились. Но важно то, что компоненты неизбежно перестраиваются и стремятся прийти в соответствие друг с другом. Мы сейчас не касаемся причин изменений природного комплекса; толчок им могут дать, например, тектонические движения, которые вызывают поднятия и опускания земной коры, влекущие перемены в климате и водном режиме, что, в свою очередь, вызовет неизбежную перестройку биоценозов, почв и т. д.

Таким образом, природный территориальный комплекс — это не просто набор, или сочетание, компонентов, а такая их совокупность, которая представляет собой качественно новое, более сложное материальное образование, обладающее свойством *целостности*. Природный территориальный комплекс можно определить как *пространственно-временную систему географических компонентов, взаимообусловленных в своем размещении и развивающихся как единое целое*.

Природный территориальный комплекс — это определенный уровень организации вещества Земли. Отдельные компоненты комплекса не могут существовать вне его. В сущности их невозможно даже физически разделить между собой, настолько сложно они переплетаются и взаимопроникают. Достаточно представить себе любой из них, например воздушный или водный компоненты, которые пронизывают все остальные, или биоту, проникающую в каждую из неорганических оболочек. Практически невозможно изучать компоненты вне ландшафта как самостоятельные системы.

Из тесной взаимообусловленности компонентов следует важный практический вывод: возможность вывести или предсказать какой-либо неизвестный компонент, если известно хотя бы несколько других компонентов комплекса. Так, гидрологи с большой точностью устанавливают величину речного стока и его режим (в тех случаях, когда отсутствуют прямые наблюдения), пользуясь данными по

количеству атмосферных осадков, температурному режиму, характеру рельефа, свойствам горных пород. Особенно важное индикационное значение имеют почвы и растительность, ибо они отражают самые тонкие нюансы климата и гидрологического режима, физико-химических свойств горных пород и изменений рельефа.

С чисто терминологической точки зрения «природный территориальный комплекс» — довольно громоздкое словосочетание. Часто используется аббревиатура «ПТК», но она имеет свой недостаток, поскольку ее можно расшифровать и как «производственный территориальный комплекс». Кроме того, этому термину присуща некоторая смысловая ограниченность: он относится только к поверхности суши, хотя аналогичные комплексы существуют в поверхностном слое Мирового океана и на океаническом дне.

Синониму ПТК — «природному географическому комплексу» присущ тот же недостаток — громоздкость. Правда, его чаще употребляют в сокращенной форме — «географический комплекс» или еще короче — «геокомплекс», но в этом случае могут быть неудобства, связанные с тем, что эпитет «географический» применяется и в отношении социально-экономических объектов.

В 1963 г. В. Б. Сочава предложил именовать объекты, изучаемые физической географией, *геосистемами*. Понятие «геосистема» охватывает весь иерархический ряд природных географических единств — от географической оболочки до ее элементарных структурных подразделений. Геосистема — более широкое понятие, чем ПТК, ибо последнее применимо лишь к отдельным частям географической оболочки, ее территориальным подразделениям, но не распространяется на географическую оболочку как целое. Таким образом, понятие «геосистема» объединяет объекты как общей физической географии, так и ландшафтоведения, подчеркивая единство этих двух ветвей физической географии. Можно сказать, что объектом изучения физической географии служат геосистемы, и это будет самое краткое и всеобъемлющее определение физической географии.

Кроме того, в термине «геосистема» содержится особый акцент на системную сущность объекта, на его принадлежность к системам как универсальной форме организованности в природе.

Известно много разных определений системы, но несмотря на различные оттенки в дефинициях, в целом они сводятся к тому, что система есть некоторое множество разнородных элементов, связанных между собой и образующих определенную целостность. Вся природа имеет системную организацию, построена из систем разных типов и порядков. Географы также имеют дело с особым рода сложными системами. Системная концепция, которая с конца 50-х начала 60-х годов стала быстро распространяться и приобретать характер общенаучной парадигмы, вовсе не явилась каким-то откровением для географов. Собственно учение о системах следует рассматривать как одно из выражений фундаментального принципа диалектического материализма о всеобщей взаимосвязи и взаимодействии предметов и явлений природы.

Первые определения ландшафта, природного территориального

комплекса, географической оболочки, появившиеся задолго до работ по общей теории систем, содержали указания на «системность» этих объектов, т. е. на их целостность, многокомпонентность, на взаимосвязь и взаимообусловленность их составных частей. Но подобные образования у географов чаще именовались не системами, а комплексами, хотя, впрочем, в ряде определений использовалось понятие «система» как синоним комплекса. Так, еще в 1949 г. Н. А. Солнцев писал, что «ландшафт есть закономерно построенная система более мелких территориальных комплексов»<sup>1</sup>.

При буквальном переводе слова «комплекс» с латинского, а «системы» — с греческого между ними трудно уловить какое-либо смысловое различие, однако в современном научном обиходе эти термины приобрели несколько разные значения. «Система» имеет более широкий, всеобъемлющий характер по сравнению с «комплексом», т. е. первое понятие оказалось как бы родовым по отношению ко второму. Всякий комплекс есть система, т. е. особая категория систем, но не о каждой системе можно сказать, что она представляет собой комплекс.

Чтобы говорить о системе, достаточно иметь хотя бы пару объектов, между которыми существуют какие-либо отношения. Правомерно говорить, например, о системах «почва — растительность», «атмосфера — гидросфера», «озеро — водосборный бассейн» и т. п. Один и тот же объект может участвовать в различных системах. Как известно, человек может выступать «блоком» различных системных связей — как общественных, так и природных. Различные системы, таким образом, перекрываются, и в этом проявляется всеобщая связь предметов и явлений. Для конструирования систем практически не существует ограничений.

Понятие же «комплекс» предполагает не любой, а строго определенный набор взаимосвязанных блоков (компонентов), и число комплексов не может быть бесконечным. В ПТК должны входить некоторые обязательные компоненты. Отсутствие хотя бы одного из них разрушает комплекс. Достаточно попытаться представить себе ПТК без геологического фундамента или без климата. Комплекс может быть только «полным», хотя в целях научного исследования мы можем избирательно рассматривать частные связи между компонентами в любых сочетаниях — парами или триадами — в качестве особых систем.

Далее, надо отметить, что элементы системы могут быть как бы случайными один по отношению к другому и не находиться между собой в *генетической связи*, для комплекса же последнее условие, по-видимому, необходимо (во всяком случае, в определениях ПТК оно часто подчеркивалось). Элементы комплекса *взаимообусловлены*, характер каждого из них предопределен (детерминирован) совокупностью всех остальных, у него, если можно так выразиться, ограничена свобода выбора. Указанное различие имеет существенное зна-

<sup>1</sup> Солнцев Н. А. 0 морфологии природного географического ландшафта // Вопросы географии. 1949. № 16. С. 65.

чение при исследовании взаимоотношений между ПТК и человеком вместе с продуктами его труда. Любое поселение, отрасль хозяйства или инженерное сооружение, возникнув, непременно вступает во взаимодействие с природным комплексом, но само возникновение объектов этого рода, в отличие, например, от почвы или растительного сообщества еловых или лиственных лесов в Сахаре или мангровых зарослей, никоим образом не вытекает с необходимостью из данного природного комплекса, и точно так же последний возникает и функционирует вне какой бы то ни было связи с деятельностью человека.

Невозможно представить себе, скажем, появления в тайге, и не случайно мы говорим о фитоиндикаторах природного комплекса (таким же индикатором могут быть и формы рельефа — термокарстовые впадины, овраги, барханы, башенный карст и т. п.). Но никому не пришло бы в голову «выводить» появление, например, Череповецкого металлургического комбината из климата, рельефа или почв Молого-Шекснинской равнины или рассматривать Ленинград как индикатор ландшафта Приневской низменности. Всякое творение человеческих рук образует вместе с природным блоком систему особого рода (существует понятие о природно-технических, или геотехнических, системах), но о комплексе в этом случае говорить вряд ли было бы правильно.

Таким образом, ПТК следует рассматривать как систему особого класса, высокого уровня организации, со сложной структурой и отношениями взаимной обусловленности между компонентами, подчиненными общим закономерностям. Такую систему правомерно именовать геосистемой, этим термином подчеркивается принадлежность физико-географических объектов к универсальной категории систем и в то же время их видовое отличие, т. е. то, что эти системы географические. Вместе с тем понятие «геосистема» не противоречит «географическому комплексу», или «природному территориальному комплексу», последние даже точнее выражают специфику изучаемых нашей наукой объектов, но менее подходят для общенаучной системной терминологии и создают, как уже отмечалось, некоторые терминологические неудобства<sup>1</sup>.

Географам следует принять на вооружение «системный язык», поскольку он приобретает общенаучное значение и тем самым создает более широкие возможности для общения с представителями других наук и для активного участия в развитии самой теории систем. Освоение некоторых принципов, подходов и научного аппарата общей теории систем имеет существенное значение для ландшафтоведения, помогает осмыслить некоторые важные понятия, которые до сих пор имели чисто интуитивный характер, заставляет обратить внимание на изучение таких свойств геосистем, которые

<sup>1</sup> К сожалению, в нарушение принципа уважения приоритета, т. е. сохранения за термином его первоначального смысла, заложенного автором, многие географы стали использовать термин «геосистема» в разных значениях, в том числе и применительно к социально-экономическим системам (например «геосистема» город — окружающие сельские пункты), чем внесли в науку ненужную терминологическую путаницу.

ранее выпадали из поля зрения ландшафтоведов (например целостность, упорядоченность, организованность, функционирование, поведение и др.).

Системный подход должен быть применен не только к объектам ландшафтоведческого исследования, но и к построению самой теории геосистем. Научная теория — это система представлений, а не набор отдельных, мало связанных между собой понятий. Очень часто ландшафтоведы выдвигают те или иные идеи, понятия, термины вне связи с уже существующими идеями, понятиями и терминами, не задумываясь о том, как они «впишутся» в общую систему. Нередко, казалось бы, интересные идеи виснут в воздухе или не выдерживают проверки временем именно потому, что они с самого начала не были осмыслены как элементы целостной системы знаний, связанные многими нитями с другими элементами, с теорией геосистем в целом. Если мы, допустим, поставили задачу определить сущность динамики ландшафта, то необходимо, чтобы это понятие было увязано с такими понятиями, как развитие, структура, функционирование, поведение, состояние и др.; предлагая ввести какую-либо новую таксономическую ступень систематики ПТК, необходимо, чтобы она не противоречила уже установленным категориям и гармонически вписалась бы в иерархический ряд, охватывающий все геосистемы сверху донизу.

**Основные понятия учения о геосистемах. Содержание и задачи ландшафтоведения.** Выделяя геосистемы как качественно особый уровень организации земной природы, следует сразу же сказать, что в рамках общего понятия «геосистема» существует своя внутренняя иерархия, свои структурные уровни — от относительно более простых к более сложным. К геосистемам мы относим и верховой болотный массив, и Припятское Полесье, и Таежную зону, и, наконец, всю географическую оболочку. Ясно, что это образования разного порядка, или ранга, хотя всем им присущи некоторые общие признаки, позволяющие считать их геосистемами. Установление иерархических отношений, естественной соподчиненности в огромном многообразии геосистем составляет одну из важных задач ландшафтоведения, которой отведено значительное место в этой книге.

Прежде чем приступить к обзору основных понятий, относящихся к свойствам геосистем, необходимо различать три главных уровня их организации (или три размерности): планетарный, региональный и локальный, или топический (местный).

*Планетарный уровень* представлен на Земле в единственном экземпляре — географической оболочкой. Термин «географическая оболочка» происходит от названия науки и не несет никакой содержательной нагрузки (в названиях отдельных земных сфер такая «нагрузка» содержится: атмосфера переводится как *воздушная* оболочка, гидросфера — как *водная* оболочка и т. д.). Поэтому предлагались различные наименования этой оболочки. Наиболее короткий и точный термин — *этигеосфера*, что в буквальном переводе означает «наружная земная оболочка», как ее впервые и определил еще в 1910 г. П. И. Броунов. Этот термин не требует перевода на европей-

ские языки и удобен как международный; в зарубежной литературе он уже употребляется.

К геосистемам *регионального уровня* относятся крупные и достаточно сложные по строению структурные подразделения эпигеосферы — физико-географические, или ландшафтные, зоны, секторы, страны, провинции и др.

Под системами *локального уровня* подразумеваются относительно простые ПТК, из которых построены региональные геосистемы так называемые урочища, фации и некоторые другие.

Региональные и локальные геосистемы, или природные территориальные (географические) комплексы, и представляют собой непосредственные объекты ландшафтного исследования. Таким образом, мы можем определить *ландшафтоведение как раздел физической географии, предметом которого является изучение геосистем регионального и локального уровней как структурных частей эпигеосферы (географической оболочки)*. Это определение подчеркивает неразрывную связь ландшафтоведения и общей физической географии.

Как известно, эпигеосфера, являясь единой, целостной материальной системой, вовсе не есть нечто однородное или аморфное: в ней отчетливо выделяются разнородные структурные части. Эпигеосфера обладает одновременно свойствами *непрерывности (континуальности) и прерывности (дискретности)*. Оба эти свойства находятся в диалектическом единстве, и неправомерно ставить вопрос о том, какое из них «главное», или «преобладающее», а какое — «подчиненное», «второстепенное» и т. п. Континуальность эпигеосферы обусловлена взаимопроникновением ее компонентов, потоками энергии и вещества, их глобальными круговоротами, т. е. процессами *интеграции*. Дискретность — проявление процессов *дифференциации* вещества и энергии эпигеосферы, определенной внутренней структурированности отдельных частей, выполняющих свои функции в составе целого. Дифференциация и интеграция осуществляются в природе совместно и одновременно и также должны рассматриваться в диалектическом единстве. Нередко один и тот же фактор выполняет как дифференцирующую, так и интегрирующую роль в эпигеосфере. Рельеф, например, создает большие контрасты между геосистемами, но он же их объединяет, направляя «сквозные» потоки воды и минеральных веществ.

Пространственная дифференциация эпигеосферы имеет двоякий характер — ее следует рассматривать по вертикали и по горизонтали. По вертикали строение эпигеосферы имеет ярусный характер и выражается в расположении основных частных геосфер в соответствии с плотностью слагающего их вещества. На контактах атмосферы, гидросферы и литосферы происходит их наиболее активное взаимопроникновение и взаимодействие, именно здесь наблюдается концентрация жизни, формируется производный компонент — почвы. Узкую контактную и наиболее активную пленку эпигеосферы иногда называют *ландшафтной сферой*. Она состоит из трех разных частей, приуроченных к приповерхностному слою литосферы вместе



с приземным слоем тропосферы, к поверхностному слою Мирового океана и океаническому дну.

Особенностью этих контактных слоев эпигеосферы является неоднородность по горизонтали. Следует оговориться, что выражение «по горизонтали», использованное здесь как противоположность вертикальной, или ярусной, дифференциации, не вполне корректно. Его можно без оговорок применить к поверхности океана, что же касается поверхности суши и морского дна, то они отнюдь не имеют горизонтального характера. Правильнее было бы говорить о *латеральном*, или *тангенциальном*, *направлении*, но термин «горизонтальная дифференциация» уже широко используется в ландшафтоведении.

Наибольшей сложностью и мозаичностью горизонтальной (латеральной) структуры отличается контактный слой на поверхности раздела суши и атмосферы, который можно именовать *сферой наземных ландшафтов*. В сущности эта структурная единица эпигеосферы формируется на контакте всех трех основных геосфер, включая гидросферу, которая представлена здесь разнообразнейшими скоплениями поверхностных и подземных вод. Здесь же сосредоточена подавляющая часть (не менее 99%) живого вещества нашей планеты. В сфере наземных ландшафтов находятся основные механизмы трансформации энергии и вещества, это своего рода грандиозная лаборатория, в которой непрерывно протекают процессы растворения, окисления, восстановления, гидратации, биологического синтеза и разложения, механического разрушения горных пород, переноса и аккумуляции рыхлых отложений, выпадения атмосферных осадков, стока, фильтрации, испарения, формирования почв, ледников, разнообразных форм рельефа.

Задачи ландшафтоведения ограничиваются изучением наземных геосистем, т. е. природных территориальных комплексов. Аналогичные, но менее сложные и менее дифференцированные образования — океанические и донно-океанические геосистемы — формируются на двух других главных поверхностях раздела эпигеосферы, но их исследование находится пока еще в зачаточном состоянии и должно развиваться на базе океанологии в качестве ее синтетической части.

Сложная дифференциация ландшафтной сферы, выражающаяся в мозаике геосистем разных рангов и разных типов, постепенно сглаживается по вертикали — по направлению к внешним рубежам эпигеосферы (т. е. в атмосфере и литосфере). Поэтому границы региональных и локальных геосистем практически невозможно продолжить до верхних и нижних пределов эпигеосферы. Иными словами, нельзя просто разделить всю толщу этой оболочки на геосистемы всех степеней или же, наоборот, сложить из последних, как из кубиков, всю эпигеосферу.

Задачи ландшафтоведения состоят во всестороннем познании ПТК, т. е. региональных и локальных геосистем суши, — закономерностей их дифференциации и интеграции, развития и размещения, их различных свойств, структуры, функционирования, динамики

и эволюции. В последующих главах книги будут систематически рассмотрены современные представления по этим вопросам. Предварительно остановимся на некоторых фундаментальных понятиях теории геосистем, которые лежат в основе дальнейшего изложения.

Важнейшим свойством всякой геосистемы является ее *целостность*. Это значит, что систему нельзя свести к простой сумме ее частей. Из взаимодействия компонентов возникает нечто качественно новое, чего не могло бы быть в механической сумме рельеф + климат + вода и т. д. К особым новым качествам геосистемы следует отнести ее способность продуцировать биомассу. Биологическая продуктивность — это результат «работы» своего рода сложного природного механизма, в котором участвуют все компоненты геосистемы, включая энергетический компонент — солнечную энергию. И не случайно количество (а также качество) ежегодно продуцируемой биомассы изменяется в строгом соответствии с характером географического комплекса: в степной зоне оно выше, чем в тундровой или пустынной, на карбонатных породах выше, чем на бескарбонатных, в долинах выше, чем на междуречьях, и т. д.

Своеобразным «продуктом» наземных геосистем и одним из ярких свидетельств их реальности и целостности служит почва. Если бы солнечное тепло, вода, материнская порода и организмы просто сосуществовали на одном месте, но не взаимодействовали, не функционировали как единый сложный механизм, никакой почвы не могло бы быть.

Целостность геосистемы проявляется в ее относительной автономности и устойчивости к внешним воздействиям, в наличии объективных естественных границ, упорядоченности структуры, большей тесноте внутренних связей в сравнении с внешними.

Геосистемы относятся к категории *открытых систем*; это значит, что они пронизаны потоками энергии и вещества, связывающими их с внешней средой. *Среда геосистемы* образована вмещающими системами более высоких рангов, в конечном счете — эпигеосферой (среда последней — космическое пространство и подстилающие глубинные части земного шара).

В геосистемах происходит непрерывный *обмен и преобразование вещества и энергии*. Более сложный вопрос о наличии и роли информационного обмена в геосистемах. При широком толковании понятия «информация» его можно применить и к географическому комплексу. Но и при более узком и строгом значении этого слова надо признать, что информационные связи в геосистеме присутствуют, поскольку одним из ее компонентов является биота, которой присущ обмен информацией.

Всю совокупность процессов перемещения, обмена и трансформации энергии, вещества, а также информации в геосистеме можно назвать ее *функционированием*. Функционирование геосистемы осуществляется по законам механики, физики, химии и биологии. С этой точки зрения геосистема есть сложная (интегральная) физико-

химико-биологическая система. Функционирование геосистем складывается из трансформации солнечной энергии, влагооборота, геохимического круговорота, биологического метаболизма и механического перемещения материала под действием силы тяжести.

*Структура геосистемы* — сложное, многоплановое понятие. Ее определяют как пространственно-временную организацию (упорядоченность) или как взаимное расположение частей и способы их соединения.

Пространственный аспект структуры геосистемы состоит в упорядоченности взаимного расположения ее структурных частей. Последние, в свою очередь, рассматриваются двояко — как компоненты и как субсистемы, т. е. подчиненные геосистемы низших рангов. Таким образом, в природном территориальном комплексе, как и во всей эпигеосфере, следует различать структуру вертикальную (или радиальную) и горизонтальную (или латеральную). Первая выражается в ярусном расположении компонентов, вторая — в упорядоченном расположении ПТК низших рангов. Но понятие структуры предполагает не просто взаимное расположение составных частей, а *способы их соединения*. Соответственно различаются *две системы внутренних связей* в ПТК — *вертикальная*, т. е. межкомпонентная, и *горизонтальная*, т. е. межсистемная. Те и другие осуществляются путем передачи вещества и энергии (отчасти также информации).

Примерами вертикальных системообразующих потоков могут служить выпадение атмосферных осадков, их фильтрация в почву и грунтовые воды, поднятие водных растворов по капиллярам почвы и материнской породы, испарение, транспирация, опадение органических остатков, всасывание почвенных растворов корневой системой растений. К горизонтальным потокам, связывающим между собой отдельные ПТК в границах территориальных единств высших рангов, относятся водный и твердый сток, стукание холодного воздуха по склонам, перенос химических элементов из водоемов на суходолы с биомассой птиц и насекомых (комаров) и др.

Структура геосистемы имеет помимо пространственного и временной аспект. Составные части геосистемы упорядочены не только в пространстве, но и во времени. Достаточно вспомнить о снежном покрове — это специфический временный (сезонный) компонент многих геосистем, присутствующий в них только зимой. С другой стороны, зеленая масса растений в умеренных широтах присутствует и «работает» только в теплое время года. Таким образом, в понятие структуры геосистемы следует включить и определенный, закономерный набор ее *состояний*, ритмически сменяющихся в пределах некоторого характерного интервала времени, которое можно назвать *характерным временем* или *временем выявления* геосистемы. Таким отрезком времени является один год: это тот минимальный временной промежуток, в течение которого можно наблюдать все типичные структурные элементы и состояния геосистемы.

Все пространственные и временные элементы структуры геосисте-

мы составляют ее *инвариант*. Инвариант — это совокупность устойчивых отличительных черт системы, придающих ей качественную определенность и специфичность, позволяющих отличить данную систему от всех остальных.

Из сказанного видна близость понятий *структура* и *динамика геосистемы*. Под динамикой подразумеваются изменения системы, которые имеют обратимый характер и не приводят к перестройке ее структуры. Сюда относятся главным образом циклические изменения, происходящие в рамках одного инварианта (суточные, сезонные), а также восстановительные смены состояний, возникающих после нарушения геосистемы внешними факторами (в том числе и хозяйственным воздействием человека). Динамические изменения говорят об определенной способности геосистемы (пока внешние возмущения не перешли некоторого критического порога) возвращаться к исходному состоянию, т. е. о ее *устойчивости*. Устойчивость и изменчивость — два важных качества геосистемы, находящиеся в диалектическом единстве.

От динамики следует отличать *эволюционные изменения геосистем*, т. е. *развитие*. Развитие — направленное (необратимое) изменение, приводящее к коренной перестройке структуры, т. е. к появлению новой геосистемы. Прогрессивное развитие присуще всем геосистемам. Перестройка локальных ПТК может происходить на глазах человека, об этом свидетельствуют такие процессы, как зарастание озер, заболачивание лесов, возникновение оврагов. Время трансформации систем регионального уровня измеряется геологическими масштабами. Развитие геосистем — сложный процесс, познание которого требует специфических подходов в зависимости от ранга геосистемы.

Сложность строения геосистемы находится в прямом соответствии с ее уровнем (рангом), поэтому все признаки и свойства геосистем нуждаются в конкретизации и раздельном рассмотрении применительно к разным ступеням геосистемной иерархии. О трех главных уровнях геосистемной иерархии уже говорилось. Они охватывают весь ряд последовательных ступеней от фации как предельной нижней, далее неделимой, или элементарной, географической единицы до эпигеосферы как верхнего предела физико-географического исследования.

По мнению многих географов, в этом ряду следует выделить основную, или узловую, ступень: *ландшафт*. Если весь иерархический ряд геосистем представить в виде лестницы со многими ступеньками, нижняя из которых — фация, а верхняя — эпигеосфера, то ландшафт можно сравнить с лестничной площадкой, разделяющей нижний пролет лестницы (соответствующий системам топологической размерности) и верхний (соответствующий системам региональной размерности). Правда, высказывались сомнения относительно необходимости «лестничной площадки» на непрерывной таксономической лестнице ПТК. Термин «ландшафт» нередко еще упот-

ребляется в том же значении, что и природный территориальный комплекс вообще, т. е. как синоним последнего, что вряд ли целесообразно. С другой стороны, существует мнение, что сфера ландшафтоведения должна ограничиваться только изучением собственно ландшафтов как основных географических единств и не касаться более сложных региональных комплексов.

В этой книге ландшафт рассматривается как узловая категория в иерархии природных территориальных комплексов. Основания для такого подхода в дальнейшем будут подробно изложены. Надо, однако, заметить, что такая точка зрения не дает повода исключать из сферы ландшафтоведения вопросы, относящиеся к изучению более сложных региональных единств — ландшафтных зон, стран, областей и т. п. Все эти единства представляют собой территориальные объединения ландшафтов, или «продукт» интеграции последних, они подчинены общим географическим закономерностям, обладают аналогичными свойствами.

Региональные и локальные геосистемы изучаются как в *индивидуальном*, так и в *типологическом* плане. Это значит, что для науки или для практики, с одной стороны, может представлять интерес каждый конкретный, т. е. индивидуальный, ПТК того или иного ранга (например, вся Русская равнина как самостоятельная физико-географическая страна, таежная зона Русской равнины, Приневский ландшафт в этой зоне, отдельный болотный массив в этом ландшафте и т. п.), а с другой стороны, необходимо найти черты сходства, общие признаки среди множества конкретных ПТК данного ранга и свести это множество к некоторому числу видов, классов, типов. Подобная типизация сама по себе служит важным научным обобщением, в ней находят выражение основные закономерности; кроме того, она способствует решению практических задач, связанных с освоением, хозяйственным использованием, охраной геосистем.

Естественно, роль типизации возрастает по мере понижения ранга геосистем. Невозможно изучить каждую конкретную фацию, объектами исследования или оценки в прикладных целях практически могут быть лишь типы (виды, классы) фаций, как и большинства других локальных ПТК. Но типологический подход теряет свое значение при переходе к самым высоким региональным единствам. Уникальность каждой физико-географической страны (Урала, Амазонии, Тибета и т. п.) или зоны (тундровой, лесостепной, экваториальной и др.) крайне ограничивает возможность и значение типизации; подобные объекты приходится изучать в индивидуальном порядке.

Следует подчеркнуть, что в природе существуют лишь конкретные (индивидуальные) геосистемы, а их классификационные объединения, иногда необоснованно называемые «типологическими комплексами», — продукт научного обобщения, в процессе которого исследователь абстрагируется от частных, индивидуальных свойств отдельных объектов и «снимает» только то, что находит у них обще-

го. Представление о типе как бы вторично, оно не существует в природе в готовом виде и может возникнуть только в результате выявления и сравнения конкретных индивидов — будь то фации, ландшафты или комплексы иного ранга. Разумеется, каждая категория геосистем классифицируется отдельно, так что в ландшафтоведении должно быть несколько самостоятельных классификационных систем — отдельно для фаций, для урочищ, для ландшафтов и т. д. (с учетом того, что для комплексов самых высоких рангов проблема классификации становится мало актуальной).

Соотношения между индивидуальными и типологическими категориями геосистем схематически отображены на рис. 1.

*Структура ландшафтоведения* как отрасли знания логически должна включать две главные составные части — региональную и локальную (которым предшествует глобальная часть физической географии, т. е. учение об эпигеосфере — общая физическая география). Идя от общего к частному, мы последовательно прослеживаем всю картину дифференциации эпигеосферы — сверху донизу. Однако при этом остается в тени оборотная сторона геосистемных отношений, т. е. процессы интеграции в эпигеосфере, освещение которых потребовало бы изложения теоретической системы ландшафтоведения «снизу вверх», что сопряжено с большими методическими неудобствами и во многих отношениях нерационально. Совмещение обоих подходов в одной книге или одном лекционном курсе представляет чрезвычайно сложную задачу. Но приблизиться к этому позволяет представление об узловой геосистеме, т. е. ландшафте, в котором наиболее полно и типично отражены процессы дифференциации и интеграции, а также наиболее характерные свойства геосистем. Поэтому целесообразно именно эту категорию геосистемной иерархии поставить в центр исследования, и тогда геосистемы высших региональных уровней правомерно трактовать как территориальные объединения ландшафтов, а геосистемы локальной размерности как более дробные подразделения ландшафта, или его морфологические составные части.

В конечном счете наиболее рациональная система изложения теории ландшафтоведения представляется следующим образом. После краткого обзора истории развития ландшафтоведческих идей рассматриваются основные закономерности региональной дифференциации эпигеосферы. Этот раздел служит связующим звеном между общей физической географией и ландшафтоведением, так как здесь идет речь о том, как общие (глобальные) географические закономерности, например зональность, конкретно проявляются в различных частях географической оболочки и формируют ее региональную мозаику. Далее следует собственно учение о ландшафте, который трактуется как конечная ступень региональной дифференциации. На примере ландшафта подробно анализируются вопросы структуры, функционирования, динамики, развития геосистем. В рамках ландшафта рассматриваются подчиненные ему ПТК локального ряда. Значительное место отводится классификации ландшафтов и обзору типов ландшафтов Земли. После этого можно обратиться к физико-

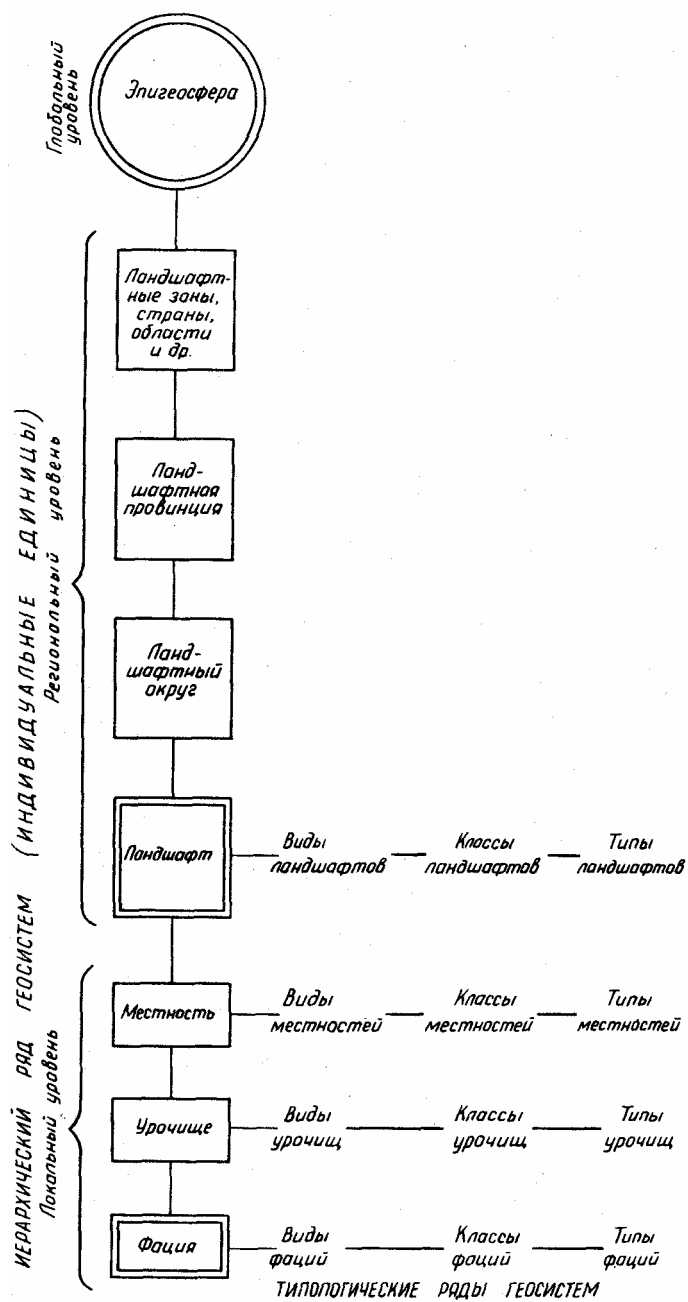


Рис. 1. Схема иерархии геосистем

географическому районированию, т. е. к системе высших региональных комплексов, уже имея к этому предпосылки как «сверху», так и «снизу». Обсуждение теоретических проблем ландшафтоведения завершается важным разделом, посвященным взаимоотношениям между человеческим обществом и его природной средой, которая трактуется с позиций ландшафтоведения как организованная совокупность геосистем.

**Ландшафтоведение среди наук, его методологическое и практическое значение.** Ландшафтоведение как часть физической географии входит в систему физико-географических наук и, можно сказать, составляет ядро этой системы. Естественно, что между ландшафтоведением и частными физико-географическими науками, которые имеют дело с различными компонентами геосистем, т. е. геоморфологией, климатологией, гидрологией, почвоведением и биогеографией, существуют тесные связи. Каждая из этих наук внесла определенный вклад в развитие ландшафтоведения — соответственно специфической роли данного компонента в формировании географического комплекса. Однако это не означает, что связи эти имеют односторонний характер. По мере развития идеи природного территориального комплекса эта идея приобретала все большее методологическое значение для всей системы физико-географических наук, она легла в основу ландшафтного подхода к изучению отдельных компонентов. В сущности именно ландшафтный подход, требующий изучать климат, почвы и другие компоненты как структурные части природного географического комплекса, объединяет все частные географические науки в единую систему.

Помимо собственно географических дисциплин к ландшафтоведению близки другие науки о Земле, в особенности геология, а также геофизика и геохимия. На стыке ландшафтоведения с геохимией и геофизикой возникли новые отрасли науки — геохимия ландшафта и геофизика ландшафта. Первая имеет дело с миграцией химических элементов в ландшафте и сложилась в развитую научную дисциплину, имеющую большое самостоятельное научное и прикладное значение. С ландшафтоведением у геохимии ландшафта имеется большая сфера перекрытия в части изучения одного из важных звеньев функционирования геосистемы, а именно ее геохимического «механизма». Геофизика ландшафта призвана исследовать физические «механизмы» геосистем, включая их энергетику. Эта отрасль науки пока еще находится в стадии становления, и содержание ее не вполне определилось.

Специфика объекта ландшафтоведения (и физической географии в целом) требует прочной опоры на фундаментальные природные законы, установленные физикой, химией, биологией. Связующими звеньями между этими науками и физической географией служат геофизика ландшафта, геохимия ландшафта и биогеоценология, которую по аналогии можно было бы назвать биотикой или биологией ландшафта. Она исследует связи сообществ организмов со средой, биологический метаболизм в геосистемах, биологическую продуктивность, и ее задачи во многом перекрываются с задачами



ландшафтоведения. Вместе с тем биогеоценология по своему содержанию и задачам очень близка к экологии.

Вопрос о соотношениях географии и экологии в последние годы привлек особое внимание географов в связи с активным вторжением слова «экология» в нашу жизнь и явным соприкосновением целей и задач обеих наук. Со словами «экология» часто ассоциируются надежды на обуздание стихийного процесса деградации жизненной среды человечества. Экология всегда определялась как наука об условиях существования живых организмов и их связях со средой обитания<sup>1</sup>. В центре внимания эколога — живые организмы и их сообщества; абиотическая среда рассматривается лишь в аспекте ее влияния на жизнь организмов. Экология была и остается биологической наукой. Одно из фундаментальных понятий современной экологии — *экосистема* как некоторое единство отдельного организма, популяции или сообщества и среды обитания. На первый взгляд может показаться, что экосистема тождественна геосистеме, и некоторые специалисты пытались поставить между ними знак равенства. В действительности между экосистемой и геосистемой существуют принципиальные различия. Экосистема, подобно геосистеме, включает биотические и абиотические компоненты природы, но при изучении экосистем рассматриваются лишь те связи, которые имеют отношение к организмам. Экосистема — биоцентрическая система, биота является ее «хозяином». В геосистеме же все компоненты равноправны и все взаимосвязи между ними подлежат изучению. Таким образом, геосистема охватывает значительно больше связей и отношений, чем экосистема (рис. 2). Экосистему можно рассматривать как систему частную (парциальную) по отношению к геосистеме.

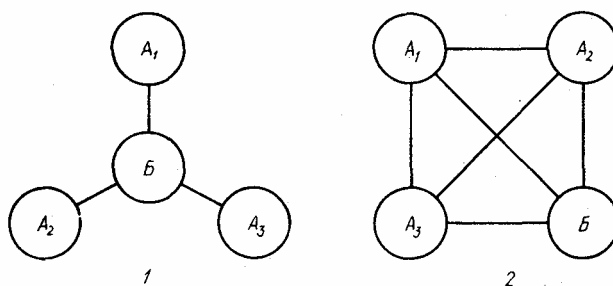


Рис. 2. Простейшие модели экосистемы и геосистемы: 1 — экосистема, 2 — геосистема;  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  — абиотические компоненты,  $B$  — биота. Линии обозначают межкомпонентные связи

<sup>1</sup> См.: Одум Ю. Основы экологии. М., 1975. С. 9; Даждо Р. Основы экологии. М., 1975. С. 9.

Другое отличие экосистемы от геосистемы состоит в том, что она не имеет строгого объема, она как бы безразмерна. В качестве экосистем можно рассматривать и каплю воды, и дупло дерева, и какой-либо водоем, и «персональную» среду обитания отдельного индивида (например волка) вместе с «хозяином». При таком широком и неопределенном объеме некоторые категории экосистем территориально могут совпасть с геосистемами. Это прежде всего *биогеоценоз* как экосистема одного фитоценоза, совпадающая с фацией, и *биосфера* как экосистема всех живых организмов Земли, совпадающая с эпигеосферой. Но следует иметь в виду, что территориальное совпадение не означает смыслового, или понятийного, тождества. Так, биосфера, т. е. сфера жизни, отражает лишь частный, биоцентрический взгляд на географическую оболочку. Наличие жизни — важное, но не единственное специфическое качество этой оболочки.

Географический взгляд на природу шире, чем экологический, и это обстоятельство выдвигает географию, в особенности ландшафтоведение как ее наиболее синтетический раздел, на ведущую роль в разработке научных основ рационального использования, охраны и улучшения природной среды. Но это не должно служить основанием для противопоставления ландшафтоведения экологии. Существуют большие возможности для взаимного обогащения обеих их дисциплин научными достижениями, подходами и методами. Для ландшафтоведения, в частности, представляют большой интерес данные экологии по биологическому метаболизму, трофическим (пищевым) цепям, биологической продуктивности, тогда как выводы экологии приобрели бы большую конкретность и практическую значимость, если бы опирались на строгую географическую территориальную иерархию, на географо-картографический метод и другие теоретические представления, подходы и методы, присущие географической науке.

Широкие и многосторонние связи ландшафтоведения с различными естественными науками сами по себе не обеспечивают успеха в познании столь сложных материальных объектов, какими являются геосистемы. Надежный путь к синтезу указывает передовая философская методология диалектического материализма.

География относится к наукам, которые изучают не отдельные формы движения материи, а, говоря словами Ф. Энгельса, ряд «связанных между собой и переходящих друг в друга форм движения»<sup>1</sup>. Принципы диалектического материализма служат верными ориентирами при изучении сложнейших проблем, связанных с взаимоотношениями и взаимными переходами различных форм движения

<sup>1</sup> Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд. Т. 20. С. 564.

материи. Эти принципы позволяют разобраться в, казалось бы, неразрешимых противоречиях, которые при диалектико-материалистическом подходе выступают перед нами в нерасторжимом единстве. В качестве примеров можно сослаться на уже упоминавшиеся проблемы соотношения дифференциации и интеграции, устойчивости и изменчивости геосистем.

Для познания геосистем огромное методологическое значение имеет представление о движении как форме существования материи. Это представление не допускает статического подхода к объектам, изучаемым ландшафтоведением, и заставляет нас постоянно рассматривать их в движении, в развитии. Проблема развития геосистем не может быть решена без опоры на закон единства и борьбы противоположностей, без правильного понимания соотношений внутреннего и внешнего в процессе развития, без изучения процесса постепенного накопления количественных изменений и скачкообразного перехода количества в качество.

В дальнейшем при обсуждении конкретных вопросов ландшафтоведения нам не раз придется обращаться к принципам марксистского диалектического материализма. Добавим только, что материалы и выводы ландшафтоведения дают многочисленные и наглядные подтверждения универсальности диалектико-материалистической методологии и могут служить к ней прекрасными иллюстрациями.

Ландшафтоведение на протяжении всей своей истории было связано с практическими потребностями общества. Более того, именно общественные потребности на определенном этапе исторического развития, на рубеже **XIX** и **XX** вв., вызвали к жизни учение о ландшафте.

Социальная значимость ландшафтоведения особенно возрастает в современную эпоху научно-технической революции. Геосистемы в совокупности составляют жизненную среду человечества, они обладают экологическим и ресурсным потенциалом. Это значит, что именно они обеспечивают как все биологические потребности людей, так и необходимые энергетические и сырьевые источники для развития производства. От благополучия ландшафтов зависит бесперебойное воспроизводство таких жизненных ресурсов человечества, как свободный кислород, вода, почвенное плодородие и биомасса. Реальная угроза истощения и сокращения воспроизводства естественных ресурсов и вместе с тем ухудшение экологических качеств среды из-за ее загрязнения промышленными отходами, сокращения площади лесов и т. д. со всей остротой поставили проблему рационального использования и охраны природной среды, ее *оптимизации*.

Исторический опыт человечества приводит к заключению, что разумное, научно обоснованное отношение общества к природной среде должно опираться на познание ландшафтов и геосистем дру-

гих порядков. Только физическая география осуществляет синтез знаний о природной среде человечества в ее единстве и разнообразии.

Ландшафтоведение накопило значительный опыт прикладных исследований в разных направлениях. Традиционные отрасли прикладного ландшафтоведения — агропроизводственное, лесохозяйственное, мелиоративное — восходят еще к началу нынешнего столетия. В последнее время сфера прикладного ландшафтоведения расширилась за счет исследований градостроительного, рекреационного, инженерного и комплексного территориально-планировочного профиля. Имеются все предпосылки для создания научных основ проектирования культурных ландшафтов и для непосредственного участия ландшафтоведа в самом процессе проектирования.

# 1. Этапы развития ландшафтоведения

---

## Истоки и предыстория учения о ландшафте

Появление новых теорий подготавливается всем предшествующим ходом развития науки. Всякая научная теория закономерно возникает лишь при наличии определенных исторических предпосылок. Учение о ландшафте не могло возникнуть без предварительной аналитической стадии в развитии географии, т. е. углубленной разработки отраслевых географических дисциплин, изучающих отдельные компоненты природы Земли. Вместе с тем, перейти от анализа к синтезу, т. е. к представлению о природном географическом комплексе, невозможно без опоры на фундаментальные законы естественных наук. Но условия для этого появились лишь к концу прошлого столетия. В частности, важными импульсами для ландшафтоведения явились эволюционное учение в биологии — дарвинизм (1859) и становление биогеографии и почвоведения: биогеографы и почвоведы первыми столкнулись со сложными взаимоотношениями между живой и неживой природой и ближе других специалистов подошли к географическому синтезу.

Изучая историю науки, нельзя забывать и о важности социально-экономических предпосылок. Всякая наука выполняет социальный заказ, т. е. обеспечивает определенные общественные потребности. Между развитием науки и социально-экономическим прогрессом существуют сложные отношения. Бывает, что потребности практики ставят перед наукой задачи, которые она еще не в состоянии решить, но, с другой стороны, творческая мысль передовых ученых нередко опережает возможности практической реализации выдвигаемых ими научных идей. В богатейшей истории географии мы находим примеры обеих ситуаций. Вся история ландшафтоведения непосредственно связана с общественной практикой, с нуждами производства; ландшафтоведение с самого начала стало одновременно теоретической и прикладной дисциплиной. В последние десятилетия XIX в. наиболее дальновидные русские ученые и общественные деятели осознали, что решение острых проблем сельского, а также лесного хозяйства того времени требует понимания взаимосвязей между компо-

нентами природной среды и синтетического охвата природы конкретных территорий.

Таким образом в конце прошлого столетия сложились как естественнонаучные, так и социально-экономические предпосылки для зарождения учения о ландшафте. Это, однако, не значит, что ландшафтоведение возникло внезапно и «на пустом месте». Корни его более глубоки, они уходят в глубины народного опыта и истории естествознания и географии. Повседневная практика с незапамятных времен выдвигала перед людьми потребность различать естественные части территории, отличающиеся друг от друга по условиям жизни и ведения хозяйства. Задолго до появления научных ландшафтногеографических идей у разных народов, у земледельцев и скотоводов, охотников и лесорубов накопились эмпирические представления о разнообразных местных природных комплексах, основанные на опыте, на живом наблюдении. Любопытно, что в народной речи запечатлелась настоящая таксономия природных географических единиц. У многих народов есть свои представления о зонах, ландшафтах, урочищах. У жителей европейского севера, например, имеются десятки терминов, обозначающих разные ландшафтные типы лесов и болот, у казахов и народов Средней Азии — множество специальных наименований для различных вариантов степей, песков, солончаков и т. д. Подобные территориальные категории — болотные массивы, речные поймы, балки, степные блюдца, солончаковые впадины и т. п. — в русском языке именуются *урочищами*, и этот народный термин прочно вошел в научный словарь ландшафтоведения.

Наряду с локальными географическими образованиями народный опыт привел к умению различать и более сложные специфические территориальные единства *регионального уровня*, которые получили меткие собственные названия, например, Мещера, Полесье, Каргопольская суша, Ополье, Васюганье, Барабинская степь и многие другие, также вошедшие в научный обиход.

Наконец, из народной же речи современная наука заимствовала такие термины, как тундра, тайга, степь, пустыня, которыми издавна обозначались различные *типы ландшафтов* или *ландшафтные зоны*. Конечно, эмпирическое народное знание уступает науке в части теоретических обобщений (многие жители тундры или тайги хорошо представляют себе и умеют отличать ландшафты этих двух типов, но могут не иметь понятия о законе зональности), однако часто превосходит его в понимании местных особенностей природы, в точном знании фактов. Мы вправе рассматривать народный опыт как один из источников ландшафтоведения. Не случайно к этому источнику постоянно обращались классики русского ландшафтоведения — В. В. Докучаев и его последователи.

Второй источник учения о ландшафте связан уже непосредственно с географией. В течение многих веков география не имела своей теории, она представляла собой справочно-описательную дисциплину, своего рода энциклопедический свод всевозможных сведений

о предметах и явлениях, заполняющих пространство на Земле. Однако наиболее видные представители географии в разные эпохи стремились не ограничиваться накоплением и простой регистрацией фактов, а пытались объяснить их и найти между ними связь<sup>1</sup>.

Зачатки многих современных географических теорий мы находим у античных ученых. Еще около 500 г. до н. э. в Древней Греции возникли представления о шарообразности Земли и тепловых поясах (вначале различали пять поясов — жаркий и по два умеренных и холодных). Первоначально эти идеи имели чисто умозрительный и отвлеченный характер и не вытекали из опыта. Теория шарообразности Земли приобретает научный характер во второй половине IV в. до н. э. благодаря Аристотелю (384 — 322 гг. до н. э.), который привел ее первые доказательства — круглую форму земной тени при лунных затмениях и изменение вида звездного неба при передвижении с севера на юг (или обратно). Более того, к этому времени относятся первые попытки вычислить размеры окружности земного шара. Наиболее известны довольно точные расчеты, произведенные крупнейшим античным географом Эратосфеном (около 276—194 гг. до н. э.). Труд Аристотеля «Метеорологика» можно рассматривать как начало общего земледования: в нем содержатся представления о земных оболочках и их взаимопроникновении, о круговоротах воды и воздуха, об изменчивости лика Земли — морских трансгрессиях и регрессиях, аккумулятивной деятельности рек и т. п.

К античности восходят и первые, пусть крайне примитивные с современной точки зрения, попытки районирования земной поверхности. Уже деление ойкумены на три части света — Европу, Азию и Ливию (Африку), возможно перешедшее к грекам от народов Древнего Востока, представляло собой первичное районирование. Необходимость упорядочить описание многочисленных фактов, относящихся к разным территориям, заставляла ученых мысленно разделять земную поверхность на те или иные части. Такое деление проводилось по каким-либо наиболее заметным внешним признакам — рекам, горным хребтам. Элементы подобного простейшего районирования мы находим еще у Геродота (485 — 425 гг. до н. э.) — виднейшего историка и географа классической Греции. Наиболее интересна попытка Эратосфена разделить всю сушу на так называемые сфрагиды — крупные регионы суши. К сожалению, о них мы знаем очень мало, так как большой труд Эратосфена «Географические записки» дошел до нас лишь в отрывках.

Черты кризиса рабовладельческого мировоззрения, отчетливо наметившиеся в период Римской империи I — II вв. н. э., сказались и на географии. Это выразилось в уходе от поисков причин географических явлений и сведении географии к простой регистрации фактов на потребу римской верхушки. Дальнейшее развитие физико-географических идей надолго задержалось, и многие достижения древних

<sup>1</sup> Подробнее о географической мысли разных эпох говорится в книге А. Г. Исаченко «Развитие географических идей» (1971).

греков в этой области были забыты. Феодальная замкнутость и религиозное мировоззрение Средневековья не способствовали развитию интереса к изучению природы. Возрождение географии начинается в XV в., когда итальянские гуманисты стали переводить труды географов греко-римской эпохи. Возродилось представление о шарообразности Земли.

Великие географические открытия конца XV — начала XVI в. произвели переворот в географическом кругозоре человечества и имели далеко идущие социально-экономические последствия, они оказали революционизирующее влияние и на развитие философской мысли и естествознания. «И вместе со старинными барьерами, ограничивавшими человека рамками его родины,— писал Ф. Энгельс, — пали также и тысячелетние рамки традиционного средневекового способа мышления»<sup>1</sup>. Со второй половины XV в., по Энгельсу, начинается современное естествознание, появляются зачатки экспериментальной науки. Величайшим научным достижением этого периода явилось гелиоцентрическое учение Николая Коперника (1473 — 1543). К первой половине XVII в. относятся важные изобретения в области техники наблюдений: зрительная труба, термометр, барометр.

В результате великих географических открытий была бесспорно доказана шарообразность нашей планеты, установлено единство Мирового океана и примерное соотношение суши и моря, открыты морские течения и пояса постоянных ветров над океанами, появились наблюдения над высотными изменениями природы в горах. Но всего этого оказалось еще недостаточно для прогресса физической географии. Во-первых, природа материков оставалась практически не изученной. Во-вторых, фундаментальные естественные науки еще не могли обеспечить предпосылок для объяснения наблюдаемых физико-географических явлений и приведения их во взаимную связь. На первом этапе развития экспериментального естествознания— примерно до начала XVIII в.— относительного завершения достигли лишь те науки, которые имели дело с изучением простейших форм движения материи, и в первую очередь, по выражению Ф. Энгельса, элементарное естествознание, т. е. механика твердых тел. «О сравнении между собой форм жизни, об изучении их географического распространения, их климатологических и тому подобных условий существования почти еще не могло быть и речи»<sup>2</sup>.

Географические достижения эпохи Великих открытий были подытожены в книге молодого нидерландского ученого Бернгарда Варения (1622 — 1650) «Всеобщая география», увидевшей свет в 1650 г. В ней география определена как естественная наука о «земноводном шаре», который должен рассматриваться как в целом, так и по отдельным частям. Труд Варения посвящен только всеобщей

<sup>1</sup> Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд. Т. 21. С. 83.

<sup>2</sup> Там же. Т. 20. С. 348.



географии, т. е. общему землеведению, в нем систематически описаны явления твердой земной поверхности, гидросферы и атмосферы.

Со второй половины XVII в. усиливается интерес к познанию природы разных стран, географы все более опираются на опытное изучение природы. В XVIII в. появляются подлинно научные географические описания, свободные от домыслов и небылиц. Правда, было их еще немного, к лучшим относится изданное в 1755 г. «Описание земли Камчатки» С. П. Крашенинникова (1711 — 1755). В России петровского времени особенно высоко оценивалась практическая польза географии. Для ее пропаганды много сделал сподвижник Петра I В. Н. Татищев (1686 — 1750), которого можно считать первым русским ученым-географом. М. В. Ломоносов (1711 — 1765) как ученый — организатор и теоретик особенно способствовал развитию русской географии. Его представления о климате, геоморфологических процессах, почвах во многом опередили свое время.

### **Первые шаги на пути к физико-географическому синтезу**

Заметный перелом в развитии физической географии намечается во второй половине XVIII в. Он совпал с началом утверждения капитализма в передовых странах Европы. С этого времени предпринимаются широкие географические исследования с научными целями. Они осуществлялись учеными-натуралистами, обладавшими профессиональной подготовкой, в отличие от деятелей Великих географических открытий, которые, как правило, не были учеными и не ставили перед собой научных задач. Географическими исследованиями нового типа явились экспедиции, организованные Российской академией наук в 1768 — 1784 гг. (известные в литературе как «академические экспедиции»), которые охватили огромные пространства нашей страны и дали первый материал для ее научного географического описания.

Ранее небывалое, бурное накопление новых данных о природе суши и Мирового океана и стремление ученых разобраться в сущности отдельных явлений, входивших в традиционную сферу географии, неизбежно должно было привести к развитию отраслевой специализации. Уже к началу XIX в. от географии отделяется геология, в первой половине XIX в. в недрах географии формируются климатология, океанография, фито- и зоогеография. От естественных географических наук фактически отделяется экономическая география («статистика»). Этот в целом закономерный процесс дифференциации науки, захвативший не только географию, но и все естествознание, имел свою оборотную сторону — утрату целостного взгляда на природу и привычку мыслить метафизически. Разделение труда в естествознании привело к тому, что «каждый исследователь более или менее ограничивался своей специальной отраслью знания и лишь немногие сохраняли способность к обозрению целого»<sup>1</sup>.

28 <sup>1</sup> Маркс К., *Энгельс Ф.* Соч. 2-е изд. Т. 20. С. 352.

Среди этих немногих надо назвать прежде всего выдающегося немецкого натуралиста и путешественника Александра Гумбольдта (1769 — 1859). Ему принадлежит большой труд «Космос», в котором развивается идея единства и взаимосвязи природных явлений на Земле. Он подчеркивал, что природа отдельных территорий должна изучаться как часть целого, т. е. Земли и даже всей Вселенной, и тем самым обосновал единство общего и частного (регионального) землеведения. Главную задачу познания причинных географических связей Гумбольдт видел в исследовании зависимости органической жизни от неживой природы. Правда, синтез Гумбольдта не мог быть полным, ибо наука того времени не располагала достаточным материалом по всем природным компонентам, особенно недоставало знания почвы — главного «продукта» взаимодействия живой и неживой природы.

Гумбольдт подходил к географическим явлениям как к физическим по природе и считал возможным распространить действие физических законов на все компоненты — вплоть до растительного и животного мира, а отчасти — и на человека. Этот взгляд был широко распространен среди географов первой половины XIX в.; существовало даже мнение, что физическая география — часть физики. На практике эта идея была осуществлена в русских университетах в 1835 г. путем объединения кафедр физики и физической географии. Тесная связь с физикой сыграла положительную роль в развитии физической географии, поскольку физика в то время была наиболее разработанной частью естествознания, но с течением времени зависимость от физики стала тормозом для нашей науки, практически из физической географии выпал органический мир. Однако наряду с односторонне-физической ориентацией наметилось иное направление, носителями которого были натуралисты-биогеографы. Их труды в наибольшей степени приближали географию к разработке понятия о физико-географическом комплексе.

Ценные наблюдения, свидетельствующие о стремлении охватить природу территории как целое и найти закономерности в географических явлениях, мы находим уже в трудах участников академических экспедиций 60 — 70-х годов XVIII в. — П. С. Палласа, И. А. Гильденштедта, И. И. Лепехина и др. Но более глубокий анализ природных взаимосвязей присущ русским исследователям первой половины XIX в. Профессор Казанского университета Э. А. Эверсман выпустил в 1840 г. «Естественную историю Оренбургского края», основанную на полевых исследованиях 1816 — 1826 гг. В этом труде раскрываются сложные связи между органическим миром и природной средой. Автор разделил изученную территорию на три полосы, которые соответствуют горно-лесному поясу Урала и ландшафтным зонам степей и полупустынь («сухих степей»), причем среди последних выделил более дробные природные единства — степи глинистые, солонцеватые и песчаные, солончаки, соленые грязи. Таким образом,

здесь по существу уже идет речь о природных территориальных комплексах разного уровня, хотя Эверсман не употреблял этого термина. Выдающиеся географические результаты дало путешествие А. Ф. Миддендорфа (1815 — 1894) в Восточную Сибирь в 1843— 1844 гг. Этому ученому удалось установить многообразные отношения между растительностью и животным миром, с одной стороны, и климатом, а также рельефом — с другой. Интересна содержательная сравнительная характеристика трех природных зон — тундры, тайги и степи.

В 1855 г. Н. А. Северцов (1827 — 1885) дал глубокий анализ зависимости между животным миром и физико-географическими условиями Воронежской губернии. Этот анализ основан на выделении характерных *родов местности*, расположенных полосами от русла Дона к степному водоразделу. Северцов установил также закономерности распределения лесов и степей в зависимости от рельефа и грунтов. В 1857 — 1858 гг. Н. А. Северцов и ботаник И. Г. Борщов изучали Арало-Каспийский край. Борщов дал описание исследованной территории, в котором рассматривает степи и пустыни как своеобразные природные комплексы и выясняет взаимосвязи между рельефом, увлажнением, почвами и растительностью. В известном труде Ф. И. Рупрехта «Геоботанические исследования о черноземе» (1866) впервые глубоко решается вопрос о взаимосвязи почв и растительности. В книге М. Н. Богданова о животном мире Поволжья (1871) описаны *типы местности* черноземной полосы Поволжья и интересные наблюдения над географическими связями. Исследованиями П. П. Семенова-Тян-Шанского (1856 — 1857) и Н. А. Северцова (1864 — 1868) в Тянь-Шане было положено начало изучению высотной географической поясности гор.

Таким образом, в 40 — 60-х годах прошлого столетия многие русские натуралисты не только изучали разносторонние взаимоотношения между географическими компонентами, но и приблизились к идее природного территориального комплекса, что нашло свое выражение в таких понятиях, как типы, или роды, местности.

К ландшафтно-географическому синтезу параллельно вел другой путь — через разработку естественного деления земной поверхности, т. е. *районирования*. Потребность в районировании особенно стимулировалась практическими запросами. Необходимость районирования России понимал еще в 30-е годы XVIII в. В. Н. Татищев; в 1791 г. писатель-революционер А. Н. Радищев говорил о том, как важно было бы разделить Сибирь «на округа, естественностью означенные». Еще в 60-е годы XVIII в. эмпирически сложилось представление о трех широтных полосах европейской России (северной, средней и южной), которое вошло во все учебники по географии. Несмотря на схематичность и отсутствие строгих научных основ, это деление в первом приближении отражало объективные физико-географические закономерности и представляло прообраз зонального ландшафтного районирования. Из последующих работ

наиболее интересна статья неизвестного автора, опубликованная в 1834 г. в «Земледельческой газете», в которой территория европейской России описана по восьми широтным поясам, начиная с ледовитой, затем идут тундра, полоса лесов и скотоводства, начала хлебопашества и ячменя и т. д. Это было в основном сельскохозяйственное районирование, но оно значительно полнее отражало широтно-зональные природные закономерности, чем работы предшественников.

Рассмотренные схемы районирования были еще несовершенными, границы полос намечены очень схематично и положение их не вполне ясно, поскольку они не показаны на картах. Все эти недостатки легко объяснить отсутствием как необходимого фактического материала (в то время еще не существовало постоянной сети метеостанций, отсутствовало научное представление о почвах, не было ясного представления о рельефе страны и т. д.), так и каких-либо теоретических основ. Запросы практики явно опережали возможности науки, она была еще не готова решить проблему естественного деления территории. Все же во всех схемах, которые относятся к европейской России, явно прослеживается определенная общность — это стихийный зональный подход, благодаря которому уже в то время природное районирование четко размежевало с экономическим (начало последнему положил К. И. Арсеньев в 1818 г.).

Наряду с различными попытками естественного деления всей территории европейской России появляются опыты более дробного районирования. Первые из них — К. И. Таблица (1785) и П. С. Палласа (1795) — посвящены Крыму. В 80-х годах XVIII в. интерес к природному районированию возникает во Франции. Здесь его инициаторами выступили геологи, которые видели в геологическом строении и характере горных пород важнейшие факторы дифференциации природы земной поверхности.

Новый этап в истории природного районирования наступает в середине XIX в. Он ознаменовался переходом от общих схем к специализированному, или отраслевому, районированию по отдельным природным компонентам. В 1851 г. Р. Э. Траутфеттер опубликовал первое ботанико-географическое районирование европейской России, которое впоследствии старались усовершенствовать Н. А. Бекетов (1874) и Ф. П. Кеппен (1885). Схему зоогеографического районирования той же территории в 1871 г. наметил М. Н. Богданов. Несколько позже (1877) Н. А. Северцов предложил зоогеографическое разделение всей Палеарктики, которое в 1882 г. существенно уточнил М. А. Мензбир. В 1871 г. было опубликовано климатическое районирование Кавказа А. И. Воейкова, в 1886 г. — первое геоморфологическое районирование европейской России С. Н. Никитина.

Таким образом, на 70 — 80-е годы прошлого столетия приходится период интенсивных аналитических работ в области природного районирования. Несмотря на отраслевой характер, они выгодно отличаются от прежних работ более строгим научным обоснованием

и содержанием, более точным проведением границ, как правило, сетка выделенных регионов отображалась на карте. В районирование вводится многостепенная система территориальных единиц. Эти аналитические исследования послужили необходимой предпосылкой для перехода к синтезу на более высоком научном уровне, т. е. к комплексному природному районированию. Надо заметить, что лучшие из частных систем районирования уже содержали существенные элементы синтеза, поскольку в них учитывались особенности не только изученного компонента, но и других, влияющих на него свойств природной среды. Н. А. Северцов подчеркивал, что за основу своего зоогеографического районирования он принял физико-географическое деление. В исследованиях этого периода получил развитие зональный принцип и были установлены почти все природные зоны европейской России и прилегающих территорий.

#### **Начало ландшафтоведения:**

##### **труды В. В. Докучаева и его школы**

В конце XIX в. география вступила в самый сложный, можно сказать, критический период своей истории. Специализация в исследовании природных ресурсов — минеральных, водных, лесных, земельных — все углублялась, что содействовало формированию частных географических дисциплин. Традиционная «единая» география распалась, изжила себя. География оказалась без собственного предмета исследования, стало неясным, чем должен заниматься собственно географ, если существуют климатология, биогеография, геоморфология и т. д. Вопрос о судьбе географии породил оживленную дискуссию; предлагалось множество «рецептов» для ее спасения. Некоторые ученые придерживались хорологической концепции, согласно которой география должна просто описывать «предметное заполнение земных пространств», не пытаясь устанавливать какие-либо законы. Виднейшим идеологом этой концепции был немецкий географ А. Геттнер (1859 — 1941). Другие считали, что географы должны заниматься выяснением влияния географических условий на материальную культуру, историю общества и даже на политику.

На этом сложном фоне в России формируется мощная географическая школа. Основателем ее стал профессор Петербургского университета В. В. Докучаев (1846 — 1903), величайшей научной заслугой которого было создание науки о почве. Взгляд Докучаева на почву — географический: почва есть результат взаимодействия всех географических компонентов — материнской породы, тепла, влаги, рельефа и организмов, она является как бы продуктом ландшафта и в то же время его «зеркалом». Почва оказалась последним звеном в системе географических связей, которого до тех пор не хватало. Поэтому от изучения почвы оставался как бы один шаг до географического синтеза, и его сделал В. В. Докучаев: почва послужила ему отправным пунктом для более широких географических обобщений.

Будучи стихийным материалистом и диалектиком, В. В. Докучаев глубоко понимал отрицательные стороны далеко зашедшей дифференциации естествознания. Он видел также, что география «расплывается во все стороны». В 1898 г. он пришел к мысли о необходимости разработки новой науки о соотношениях и взаимодействиях между всеми компонентами живой и мертвой природы и о законах их совместного развития<sup>1</sup>. Сам Докучаев не дал никакого названия этой науке и не успел осуществить свой замысел — посвятить ей специальную книгу. Но его ближайшие ученики и последователи предвидели в идеях Докучаева начало современной географии. Крупнейший советский географ Л. С. Берг назвал Докучаева родоначальником учения о ландшафте и основоположником современной географии.

В 1898 — 1900 гг. вышла в свет серия статей, в которых В. В. Докучаев излагал свое учение о зонах природы, или естественно-исторических зонах. Это учение послужило как бы введением к новой науке о соотношениях и взаимодействиях между живой и мертвой природой (заметим, что современная теория ландшафта начинается с учения о природных, или ландшафтных, зонах). Впервые зональность трактовалась как мировой закон, действие которого распространяется на все природные процессы, происходящие на земной поверхности, включая и «минеральное царство». Естественно-историческая зона в его трактовке — это природный комплекс высшего ранга, в границах которого все компоненты образуют взаимообусловленное единство<sup>2</sup>. Докучаев, конечно, мог уже опереться на некоторые труды своих предшественников, но никто из них не поднимался на такую ступень научного обобщения, никто не говорил о зональности как мировом законе. Зоны А. Гумбольдта были по существу лишь фитоклиматическими. Гумбольдт не распространял влияние климата на поверхность земной коры, не говоря уже о почве, которую он, как и многие после него, не отличал от горной породы. Американский современник Докучаева Х. Меррием в 1894 г. опубликовал интересную работу о зональном разделении территории США, но это были только биоклиматические зоны. Докучаев, таким образом, сформулировал *первый географический закон*.

Сказанным далеко не исчерпывается вклад В. В. Докучаева в становление современной географии. Он впервые осуществил на практике принцип комплексного полевого исследования конкретных территорий путем организации знаменитых экспедиций — Нижегородской (1882 — 1886), Полтавской (1888 — 1894) и Особой степной (1892 — 1898). В ходе работ последней экспедиции было положено начало принципиально новому методу исследований — стационарному: на трех типичных участках степной зоны осуществлялось многолетнее изучение всего комплекса природных процессов в их динамике.

<sup>1</sup> См.: Докучаев В. В. Соч. М., 1951. Т. 6. С. 146.

<sup>2</sup> В. В. Докучаев различал горизонтальные зоны (на равнинах) и вертикальные (в горах).

ке, причем одновременно велись опыты по мелиоративному воздействию на природу с целью ее преобразования. В связи со сказанным нельзя не отметить еще одну важную черту Докучаева как ученого. Он умел сочетать высокий теоретический уровень исследований с практической целенаправленностью. Вся его научная деятельность, в том числе и экспедиционная, была подчинена нуждам русского сельского хозяйства. Главной его целью была научная разработка методов борьбы с засухой и другими неблагоприятными природными условиями степной зоны и в целом создание научных основ для рационального ведения сельского хозяйства в различных природных условиях.

В. В. Докучаев подчеркивал, что все природные факторы сельского хозяйства — вода, воздух, почва, грунты, растительный и животный мир — до такой степени тесно связаны между собой, что мы никогда не сумеем управлять ими, если не будем постоянно иметь в виду «всю единую, цельную и нераздельную природу, а не отрывочные ее части»<sup>1</sup>. Свое учение о зонах природы этот ученый стремился поставить на службу практике: для каждой из выделенных им зон европейской России он наметил схему мелиоративных и агротехнических мероприятий с тем, чтобы поднять уровень сельского хозяйства. До сих пор остается образцовой его работа «Наши степи прежде и теперь» (1892), в которой на основе глубокого комплексного анализа степных ландшафтов, их происхождения и современного состояния предложена всесторонне разработанная программа их преобразования. Докучаев явился основателем *прикладной географии*, точнее — *прикладного ландшафтоведения*.

Неоценимое влияние В. В. Докучаева на последующее развитие отечественной географии в значительной мере определяется тем, что в отличие от многих крупных географов (не исключая и А. Гумбольдта) он не был ученым-одиночкой и воспитал плеяду географов-исследователей нового типа, которые развивали его идеи. Главной школой этих исследователей были докучаевские экспедиции. Именно пройдя через них, стали выдающимися географами А. Н. Краснов (1862 — 1914), Г. Ф. Морозов (1867 — 1920), Г. Н. Высоцкий (1865 — 1940), Г. И. Танфильев (1857 — 1928); среди знаменитых учеников Докучаева — Н. Н. Сибирцев (1860 — 1900), В. И. Вернадский (1863 — 1945), К. Д. Глинка (1867 — 1927). Его последователями стали Л. С. Берг (1876 — 1950), С. С. Неуструев (1874 — 1928), Б. Б. Полынов (1877 — 1952) и др. Докучаевская географическая школа — явление уникальное в истории нашей науки по ее сплоченности, прогрессивности идей и устремлений и по тому влиянию, которое она оказала на дальнейшее развитие географии.

В начале XX в. в теорию и практику географии прочно вошла докучаевская концепция природной зональности. Г. Н. Высоцкий еще в 1899 г. внес в нее существенные дополнения, а в 1905 г. пред-

<sup>1</sup> Докучаев В. В. Соч. М., 1951. Т. 6. С. 97.

ложил первый количественный критерий для разграничения зон показатель атмосферного увлажнения в виде отношения годового количества осадков к испаряемости. Благодаря работам последователей В. В. Докучаева была конкретизирована система природных зон, их границы уточнялись на карте. Тем самым создавалась основа для синтеза в природном районировании. С этого времени в научный обиход входит термин — *физико-географическое районирование*. Первый опыт такого районирования, положивший начало переходу от отраслевых схем к комплексным, принадлежит Г. И. Танфильеву и относится к 1897 г. Танфильев разделил европейскую Россию на физико-географические области, полосы (зоны) и округа. Это районирование еще во многом несовершенно, но для своего времени оно было наиболее детальным и обоснованным. За ним последовали другие схемы для той же территории — П. И. Броунова (1904), А. А. Крубера (1907), В. П. Семенова-Тян-Шанского (1915). Сейчас они представляют только исторический интерес, каждая из них имеет свои достоинства и недостатки. В них так или иначе отразился зональный принцип, а кроме того, авторы стремились учесть другие факторы физико-географической дифференциации, в частности рельеф.

Первое зональное районирование всей территории России опубликовал в 1913 г. Л. С. Берг, причем зоны впервые названы им *ландшафтными* (рис. 3). Эта схема является классической. Многие последующие работы по районированию страны опирались на нее.

К этому же периоду относятся первые опыты детального физико-географического районирования некоторых частей страны, например Кавказа (И. В. Фигуровский, 1916), некоторых губерний. К лучшим образцам следует отнести работу С. С. Неуструева, Л. И. Прасолова и А. И. Безсонова «Естественные районы Самарской губернии» (1910), в которой зональный принцип сочетается с анализом дифференцирующей роли рельефа и материнских пород в связи с геологической историей, а в качестве важнейшего индикатора выступает почва.

Докучаевская традиция выразилась и в том, что многие работы по районированию имели прикладную направленность. Так, Г. Ф. Морозова проблема природного районирования интересовала с позиций лесоводства, Г. Н. Высоцкий разрабатывал систему зон и более подробное деление ряда регионов с целью научного обоснования дифференцированных приемов степного лесоразведения. Вообще прикладная направленность составляла характерную черту работ докучаевской школы. Г. Ф. Морозов называл лесоводство «географическим промыслом» и считал, что лесоводов, а также мелиораторов надо готовить на отделении прикладной географии географических факультетов.

Опыт детального районирования и географических исследований в прикладных целях неизбежно вел к поиску причин и закономерностей физико-географической дифференциации, которые не исключали бы принцип зональности, но дополняли его. Еще В. В. Докучаев



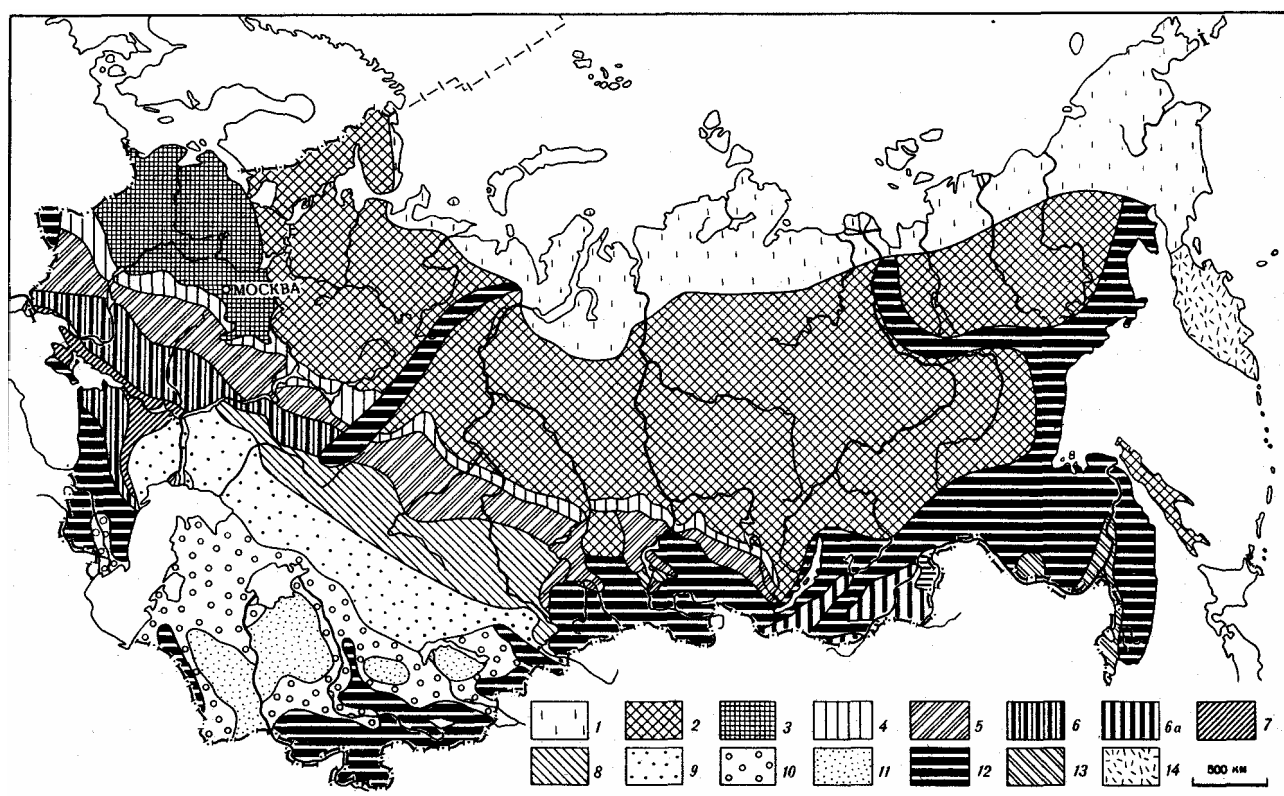


Рис. 3. Ландшафтные зоны России (по Л. С. Бергу, 1913):

1 — тундра, 2 — тайга, 8 — тайга с примесью широколиственных пород, 4 — лесостепь на серых лесных суглинках, 5 — лесостепь на черноземе, 6 — черноземная степь, 6а — высокая черноземная степь Забайкалья, 7 — сухая степь, 8 — сухая степь холмистая, 9 — полупустыня, 10 — пустыня, 11 — пески пустынной зоны, 12 — горные ландшафты, 18 — низменности Приамурья и Приуссурийского края с лесами маньчжурского типа, 14 — Камчатка

указал на так называемые провинциальные природные различия в Черноземной зоне, связанные главным образом с долготными изменениями климата. Впоследствии провинциальные закономерности изучали Г. Н. Высоцкий, Л. И. Прасолов. Некоторые исследователи стали уделять большое внимание геологическому строению и рельефу как факторам физико-географической дифференциации — вплоть до изучения локального разнообразия условий почвообразования и местообитаний растительности, связанного с микрорельефом и составом материнских пород (Г. Ф. Морозов, Г. Н. Высоцкий, И. М. Крашенинников и др.). Уделялось внимание и высотнопоясной дифференциации в горах (С. А. Захаров продолжил исследования в этом направлении на Кавказе, начатые еще В. В. Докучаевым).

Накопленный опыт комплексных исследований в разных регионах, с разными практическими задачами и на разных территориальных уровнях детальности приводил отечественных исследователей к все более твердому убеждению в объективном существовании закономерных взаимообусловленных территориальных сочетаний природных компонентов. Еще в 1895 г. А. Н. Краснов назвал такие сочетания *географическими комплексами* (подразумевая территориальные единицы, близкие к докучаевским зонам). В начале нынешнего столетия эта идея воплотилась в понятии о *ландшафте*. В течение десятилетия 1904 — 1914 гг. научное представление о ландшафте в нескольких разных формах было выдвинуто независимо друг от друга многими учеными, и трудно отдать кому-либо из них приоритет, ибо идея ландшафта после работ В. В. Докучаева уже носилась в воздухе.

Основоположник научного лесоведения и взгляда на лес как на «явление географическое» Г. Ф. Морозов считал конечной целью естественно-исторического исследования территории ее расчленение «на целую совокупность ландшафтов, или географических индивидуумов». Ландшафты — это естественные единицы, на которые распадается природа любой территории, они представляют собой «как бы фокусы, или узлы, в которых скрещиваются взаимные влияния общего и местного климата, с одной стороны, рельефа, геологических условий — с другой, растительности и животного мира — с третьей и т. д.»<sup>1</sup>. Автор особенно подчеркивал необходимость генетического подхода к изучению ландшафтов; он предвидел, что систематика «географических индивидуумов» будет основываться на их генезисе, или происхождении.

Ближайший единомышленник Г. Ф. Морозова выдающийся разносторонний ученый, создавший теоретические основы разведения леса в степи, Г. Н. Высоцкий самостоятельно развивал представление о ландшафте, который предпочитал называть русским термином «естественная округа», или «местность». Он считал, что различные

<sup>1</sup> Морозов Г. Ф. Исследование лесов Воронежской губернии // Лесной журнал. 1913. № 3 — 4. С. 461.

местности должны отличаться характером внутренней пестроты или однообразия условий местопроизрастания и соответствующих этим условиям растительных сообществ. В этой мысли заключено представление о морфологии ландшафта, получившее развитие значительно позднее. С другой стороны, «естественные округа» Высоцкий рассматривал как начальные единицы всей системы районирования: они объединяются в естественные области, а последние — в страны. Высоцкому принадлежит идея создания синтетических карт, которые впоследствии стали именоваться ландшафтными картами.

Интересные соображения о ландшафтах мы находим в высказываниях А. А. Борзова, И. М. Крашенинникова, Р. И. Аболина. Однако введением научного понятия «ландшафт» в географическую науку мы обязаны главным образом Л. С. Бергу, ибо он впервые в 1913 г. высказал мысль, что именно ландшафты представляют собой *предмет исследования географии*. «Изучение причин,— писал он,— какие приводят к тому, что рельеф, климат, растительный и почвенный покров дают определенный, если можно так выразиться, ландшафтный организм, исследование взаимодействий, какие оказывают различные, слагающие природный ландшафт факторы друг на друга,— вот задача научной географии»<sup>1</sup>.

Л. С. Берг определил ландшафт как «область, в которой характер рельефа, климата, растительного и почвенного покрова сливается в единое гармоническое целое, типически повторяющееся на протяжении известной зоны Земли»<sup>2</sup>. Сейчас это определение представляется нам недостаточно четким, но не следует забывать, что это первое определение. При всем несовершенстве оно содержит чрезвычайно важное указание — на связь между ландшафтом и природной (ландшафтной, по Бергу) зоной. Термином «ландшафтная зона» Л. С. Берг подчеркивает эту связь. В другой работе, посвященной разделению России на ландшафтные зоны, где он впервые говорит и о ландшафте, зона определяется как «область преобладающего развития одних и тех же ландшафтов»<sup>3</sup>. Ландшафт здесь относится к зоне как часть к целому. Таким образом, Л. С. Берг органически соединил учение о ландшафтах с зональной концепцией.

В русской географии дооктябрьского периода еще не существовало разработанного учения о ландшафте, но идея ландшафта стала входить в научный обиход географов и других натуралистов, она создавала общую теоретическую платформу для объединения взглядов представителей различных отраслевых дисциплин и для разработки принципов и методов комплексных территориальных исследований.

<sup>1</sup> Берг Л. С. Предмет и задачи географии// Известия Русского геогр. об-ва. 1915. Т. 51. Вып. 6. С. 471.

<sup>2</sup> Там же.

<sup>3</sup> Берг Л. С. Опыт разделения Сибири и Туркестана на ландшафтные и морфологические области// Сборник в честь 70-летия Д. Н. Анучина. М., 1913. С. 118. 38

Параллельно с понятием о ландшафте возникла иная физико-географическая концепция, согласно которой предметом этой науки является «наружная земная оболочка», состоящая из литосферы, гидросферы, атмосферы и биосферы, которые проникают друг в друга и находятся в постоянном взаимодействии. Такую точку зрения высказал в 1910 г. П. И. Броунов, предвосхитив, таким образом, учение о географической оболочке. Но в то время мысль П. И. Броунова не встретила понимания и поддержки. Между ландшафтногеографической и общеземлеведческой концепциями существовал разрыв. Большинство географов склонялось к тому, что география должна заниматься только отдельными территориями, т. е. региональными и локальными различиями на Земле.

К правильному пониманию единства общих и местных географических закономерностей в 1914 г. приблизился Р. И. Аболин (1886—1939). Он ввел понятие о комплексной ландшафтной оболочке земного шара, которую назвал эпигенемой. В соответствии с широтной зональностью эта оболочка распадается на «эпизоны», а в результате геологической истории, обусловившей «литогенную основу», т. е. характер горных пород, тектоническое строение, орографию — на «эпиобласти». В зависимости от сочетания специфических местных факторов в каждой эпиобласти формируются различные «эпитипы» (например болота), которые в конечном счете складываются из элементарных, далее неделимых, однородных территориальных единиц — «эпиморф».

Р. И. Аболин впервые наметил последовательную систему физико-географических единиц сверху донизу — от ландшафтной оболочки до простейшего географического комплекса (по современной терминологии — фации). При этом он верно указал на две главные закономерности региональной физико-географической дифференциации: широтную зональность и то, что сейчас обычно именуется азональностью. Однако система Р. И. Аболина осталась недостаточно разработанной. К тому же она в течение долгого времени не попадала в поле зрения географов и не могла оказать на них влияния.

Проблемы физико-географического деления земной поверхности в начале XX в. довольно оживленно обсуждались в зарубежной географии, особенно в Англии, Германии, США. Наиболее интересный опыт районирования всей суши Земли принадлежит английскому географу Э. Дж. Гербертсону (опубликован в 1905 г.). В схеме Гербертсона (рис. 4) выделение крупных региональных единиц сочетается с попыткой дать их типологию. В основе ее — широтные пояса (полярный, холодно-умеренный, тепло-умеренный, тропический и экваториальный), а внутри них выделяются долготные отрезки, близкие к современным секторам (например муссонные, внутри-материковые, западные приокеанические). Аналогичные секторы разных материков объединяются в один «тип естественных районов» (например, западные окраины материков в пределах тепло-умеренного пояса с зимними осадками объединены в средиземноморский

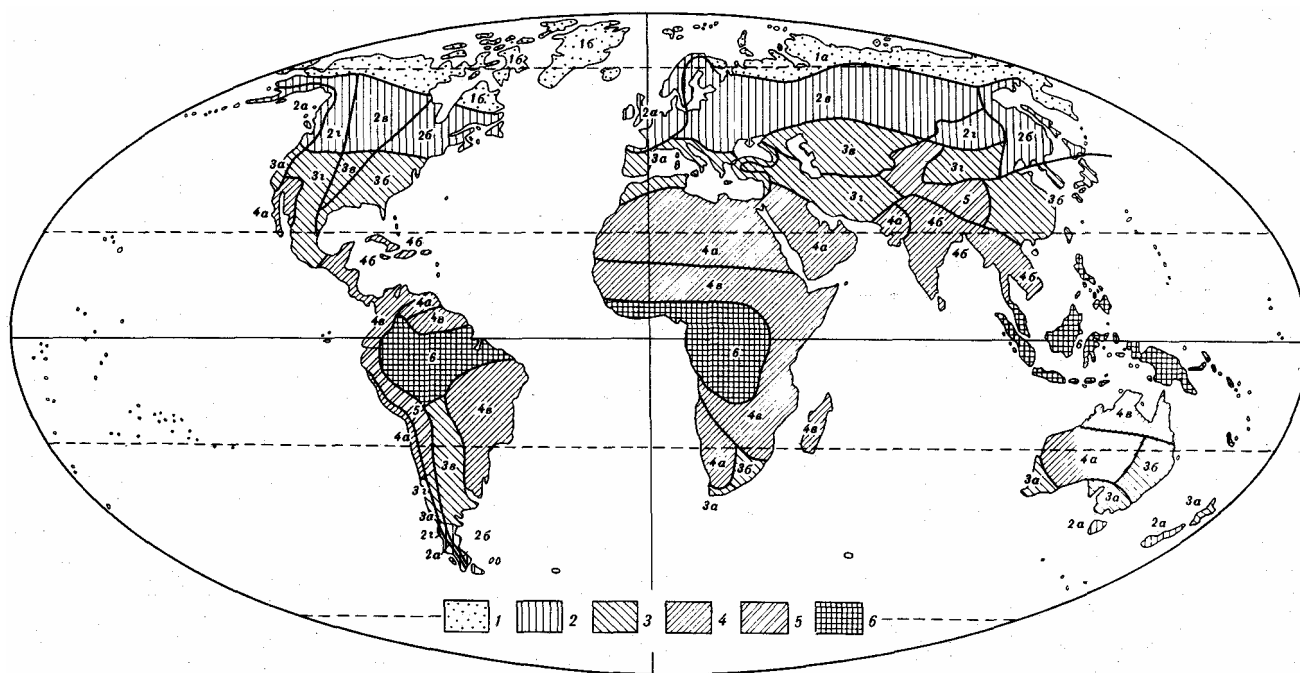


Рис. 4. Типы естественных районов (по Э. Дж. Гербертсону, 1905):

1 — *полярные*: а — равнины (тундровый тип), б — горы (тип ледяных покровов); 2 — *холодно-умеренные*, а — западные окраины материков (западноевропейский тип), б — восточные окраины (квебекский тип), в — внутренние районы (сибирский тип), г — внутренние горы (алтайский тип); 3 — *тепло-умеренные*: а — западные окраины с зимними осадками (средиземноморский тип), б — восточные окраины с летними осадками (китайский тип), в — внутренние районы (туранский тип), г — внутренние плато (иранский тип); 4 — *тропические*: а — западные тропические пустыни (сахарский тип), б — восточные тропические районы (муссонный тип), в — внутренние тропические плато (суданский тип); 5 — *высокие тропические и субтропические горы* (тибетский тип); 6 — *экваториальные районы* (амазонский тип)

тип). В схеме Гербертсона наряду с зональностью нашла отражение важная географическая закономерность, связанная с ослаблением влияния океана и усилением континентальности по мере удаления от океанических побережий к центру материков.

С ландшафтно-географической точки зрения представляют интерес исследования немецкого географа З. Пассарге (1867-1958), который одновременно с русскими учеными и независимо от них разрабатывал представление о ландшафте. В 1908 г. в работе, посвященной ландшафтам Африки, он писал, что главной задачей географа является изучение естественных ландшафтов. В 1913 г. Пассарге посвятил специальную теоретическую работу ландшафтной географии и в ней определил ландшафт как область, в пределах которой все природные компоненты обнаруживают соответствие «во всех существенных пунктах». В этом исследовании содержится попытка установить ландшафтообразующие факторы и построить в соответствии с ними систему ландшафтов (на примере Южной Африки). Идеи З. Пассарге не нашли поддержки среди его соотечественников, а некоторые видные географы (и среди них А. Геттнер) встретили их в штыки.

### **Ландшафтоведение в 20 — 30-е годы XX в.**

В Советском Союзе изучение естественных производительных сил стало общегосударственным делом и приобретало планомерный характер. Уже с начала 20-х годов развернулись интенсивные экспедиционные исследования, охватившие самые отдаленные и малоизученные территории. Переустройство экономики на плановых началах, создание экономических районов Госплана, а также формирование нового административно-политического устройства страны дали мощный толчок работам по физико-географическому районированию. Уже в 1921 — 1925 гг. число таких работ по отдельным республикам, экономическим районам, губерниям превзошло все, что было сделано за весь дооктябрьский период. Правда, теоретический уровень большинства исследований того времени невысок. Для детального районирования еще не хватало теоретических основ; принцип зональности оказался недостаточным. Лучшие из работ по районированию первого периода развития советского ландшафтоведения (примерно до 1930 г.) принадлежали С. С. Неуструеву (по Оренбургской губернии) и Р. И. Аболину (по Средней Азии).

Наиболее существенным вкладом в ландшафтную теорию, который дал опыт районирования 20-х годов, был *принцип провинциальности*. Наряду с принципом зональности он явился важным шагом к разработке учения о закономерностях региональной физико-географической дифференциации и тем самым теоретических основ ландшафтного районирования. Работами Л. И. Прасолова, В. Л. Комарова, С. С. Неуструева, Б. А. Келлера было доказано, что климат, почвы, растительность изменяются не только по широте,

но и в долготном направлении, причем одним из факторов этих изменений служит взаимодействие суши и океанов, ослабевающее к центру материка, а другим — геологическое прошлое территории, от которого зависят рельеф, состав горных пород, а также возраст ландшафта. Зонально-климатические факторы, таким образом, накладываются на области с различной геологической историей, разным рельефом, разной степенью континентальности климата. Отсюда последовали попытки выделения наряду с широтными зонами «меридиональных зон» (В. Л. Комаров) или крупных «азональных» подразделений суши (их называли фациями или провинциями).

Второе направление развития ландшафтно-географических идей в 20-е годы было связано непосредственно с детальными полевыми исследованиями, проводившимися с прикладными целями, преимущественно для выявления и оценки земель, пригодных для освоения. Многие исследователи пришли к убеждению, что наиболее плодотворные результаты при подобных целенаправленных исследованиях дает ландшафтный подход. Практически его реализация выразилась в зарождении *полевой ландшафтной съемки* и появлении первых ландшафтных карт. Пионерами ландшафтной съемки явились Б. Б. Полынов, который осуществил ее при изучении донских террасовых песков, Лахтинской впадины (под Ленинградом) и некоторых ландшафтов Монголии (совместно с И. П. Крашенинниковым), и И. В. Ларин при изучении севера Прикаспийской низменности.

Ландшафтные съемки велись в крупных масштабах <sup>1</sup>, их объектом были природные территориальные комплексы, которые выделялись, наносились на карту и описывались непосредственно в поле. В процессе съемок была бесспорно доказана реальность природных территориальных комплексов и подтверждена настолько тесная взаимообусловленность их компонентов, что И. В. Ларину удалось составить первый ландшафтный определитель, который дает возможность установить по характерным (индикаторным) растениям другие компоненты комплекса, а также его сельскохозяйственный потенциал.

В процессе проведения ландшафтных съемок выявилось многообразие природных территориальных комплексов и возникла необходимость установить их различные градации. Важнейшим итогом явилось определение наиболее дробной (элементарной) ступени ландшафтного деления, которую Б. Б. Полынов и И. М. Крашенинников называли элементарным ландшафтом, а И. В. Ларин — микро-ландшафтом (оба понятия соответствуют ранее введенной Р. И. Аболиным эпиморфе).

Наконец, еще одним важным научным результатом детальных

<sup>1</sup> Р. И. Аболин в 1929 г. опубликовал среднемасштабные «почвенно-ботанические» карты южной части Казахстана, которые по своему комплексному содержанию вполне соответствуют ландшафтным картам (подробнее о ландшафтных съемках и картах этого периода см.: А. Г. Исаченко. Физико-географическое картирование. Л., 1961. Ч. 3). 42

ландшафтных исследований было появление первых идей в области *динамики и эволюции ландшафта*. Начало этому, генетическому, направлению в ландшафтоведении было положено Б. Б. Полыновым при изучении донских песчаных массивов.

Таким образом, на рассмотренном этапе отечественные географы приближались к созданию учения о ландшафте с двух сторон — как бы «сверху», в процессе теоретической разработки региональных схем, выделения «меридиональных зон», «провинций» и т. п., и снизу — от полевой съемки и установления элементарных физико-географических единиц. Оба направления пока не были объединены, и разработанной ландшафтной теории еще не существовало.

На рубеже 20-х и 30-х годов наблюдается заметное оживление интереса советских географов к методологическим и теоретическим проблемам науки. Толчок к дискуссиям и теоретическим поискам в области ландшафтоведения дала известная работа Л. С. Берга «Ландшафтно-географические зоны СССР» (1930). Во введении к этой книге дается краткое изложение основ учения о ландшафте. Берг уточнил и дополнил свое первое определение ландшафта (1913), привел примеры ландшафтов, рассмотрел вопрос о роли отдельных компонентов и их взаимодействии, а также изложил интересные соображения о сменах ландшафтов во времени, о причинах и формах их изменений, ясно подчеркнув необходимость генетического подхода к ландшафту. Касаясь истории ландшафтоведения, автор подчеркнул, что оно возникло на русской почве под влиянием идей В. В. Докучаева.

«Ландшафтно-географические зоны СССР» вызвали у советских географов живой отклик. Несомненно, книга имела и свои слабые стороны, однако многие критические выступления в адрес ее автора были поверхностными и, как впоследствии подтвердилось, несправедливыми. Труд Л. С. Берга еще долгое время служил отправной точкой для всех ландшафтоведов.

Л. С. Берг, как и большинство других географов того времени, не ограничивал объем ландшафта, понимая ландшафт очень широко, как географический комплекс вообще независимо от ранга. Среди примеров ландшафтов он называет болота, ельники, бугристые пески и т. п., т. е. *повторяющиеся* в пространстве образования — классификационные единицы элементарных природных комплексов, и в то же время такие крупные и *неповторимые* (индивидуальные) единства регионального уровня, как Валдайская возвышенность и даже Среднесибирское плоскогорье.

Таким образом, создавалась двойственность толкования ландшафта. С одной стороны, в его определение Л. С. Берг включил условие повторяемости в пределах той или иной зоны Земли (в этом случае под ландшафтами следует понимать болота, ельники и т. д.), с другой же стороны, он неоднократно подчеркивал, что ландшафт — это «географический индивид», не повторяющийся ни в пространстве, ни во времени (этому условию отвечают региональ-



ные примеры Л. С. Берга, хотя они и относятся к очень сложным единствам). На это противоречие обратил внимание М. А. Первухин (1901 — 1939), выступивший в 1932 г. с большой методологической статьей, где впервые попытался рассмотреть проблемы ландшафтоведения с позиций марксизма. М. А. Первухину принадлежит важная мысль о том, что основными научными методами ландшафтоведения служат районирование и типологический анализ территории и что район является закономерным сочетанием определенных территориальных типов. Однако типологическому подходу он придавал решающую роль и потому считал, что основным термином «ландшафт» надо обозначать не целостное территориальное единство, а «тип территории» как объединение сходных между собой, хотя и разобщенных участков — микроландшафтов, или элементарных ландшафтов. По Первухину, следовательно, ландшафт — это не конкретная территория, а классификационное (родовое) понятие.

Однако другие географы не согласились с мнением М. А. Первухина и развивали иной взгляд на ландшафт. Так возникли две трактовки понятия «ландшафт» — типологическая и региональная (или индивидуальная). Наиболее глубокое обоснование последней дал Л. Г. Раменский (1884 — 1953). Его взгляды основывались на большом опыте прикладных исследований естественных пастбищ. Согласно Л. Г. Раменскому, ландшафт — это сложная территориальная система, состоящая из разнородных, но сопряженных, т. е. закономерно между собой связанных в пространстве и развивающихся как одно целое элементарных природных *комплексовэпифаций*. Эпифации формируются внутри ландшафта на различных местоположениях — однородных элементах рельефа и характеризуются однородными экологическими режимами (тепловым, водным, солевым) и одним биоценозом. (Как видим, это понятие совпадает с возникшими ранее представлениями об эпиморфе, микроландшафте и элементарном ландшафте: все эти термины — синонимы.)

Л. Г. Раменский считал, что в каждом ландшафте обнаруживаются следующие общие черты: 1) закономерное единообразное расчленение поверхности на местоположения и соответствующие им эпифации, 2) общность происхождения и развития всего комплекса, 3) глубокая взаимная сопряженность, постоянное взаимодействие между эпифациями, 4) общие для всего комплекса основные закономерности. Он подчеркивал, что «полное развертывание ландшафта требует территории, достаточной для размещения на ней всего свойственного этому ландшафту комплекса местоположений в характерном соотношении их площадей»<sup>1</sup>.

Эпифации группируются в промежуточные комплексы, которые Л. Г. Раменский назвал *урочищами* (они связаны с самостоятельными формами рельефа, отдельными частями обширной речной поймы и др.). Вводя в науку понятия об эпифации и урочище, Раменский

<sup>1</sup> Раменский Л. Г. Введение в комплексное почвенное и геоботаническое изучение земель. М., 1938. С. 163. 44

развил идею *морфологии ландшафта*, намеченную Г. Н. Высоцким. Важнейшая же заслуга его перед ландшафтоведением состоит в том, что он указал на новый тип географических связей. Если ранее под географическими связями и взаимодействиями имелись в виду только взаимоотношения между компонентами (т. е. как бы по вертикали), то Л. Г. Раменский обратил внимание на важность изучения связей между отдельными участками, т. е. элементарными природными комплексами, расположенными на водоразделах, склонах, в долинах и водоемах («по горизонтали»). Все эти участки, расположенные внутри одного ландшафта (впоследствии они стали трактоваться как морфологические части последнего), составляют звенья единого потока и перераспределения тепла, влаги, минеральных и органических веществ и поэтому должны рассматриваться в совокупности как целостная материальная система. Такое толкование ландшафта значительно расширяет наши представления о взаимосвязях и взаимодействиях в географических комплексах и открывает новые пути для их познания.

Итак, в 30-е годы учение о ландшафте обогатилось важными новыми идеями, но они еще не были объединены в стройную теоретическую систему, в законченное учение. Ландшафтная съемка продолжала оставаться делом инициативы одиночек, несмотря на призыв М. В. Первухина в 1933 г. с трибуны I Всесоюзного географического съезда в Ленинграде приступить к систематической ландшафтной съемке страны. Недооценка значения полевых ландшафтных исследований отрицательно сказалась на разработке теории физической географии: некоторые концепции приобретали умозрительный характер и давали пищу для упреков в схоластичности и отрыве от жизни.

Большим недостатком оставался разрыв между ландшафтоведческим и общеземлеведческим направлениями. Именно в эти годы А. А. Григорьев (1883 — 1968) приступил к разработке учения о географической оболочке, но оно не привлекло к себе серьезного внимания со стороны ландшафтоведов. Лишь С. В. Калесник (1901 — 1977) подчеркивал в 1940 г., что каждый ландшафт как целостная индивидуальная единица неразрывно связан с географической оболочкой и его изучение должно органически сочетаться с изучением всей географической оболочки.

В зарубежной географии рассматриваемого периода господствовала хорологическая концепция с сильным гуманитарным уклоном. С идеями докучаевской школы географы Запада практически не были знакомы. Физическая география находилась в плачевном состоянии, многие географы считали, что без нее можно вполне обойтись. Разработкой ландшафтной концепции продолжал заниматься лишь З. Пассарге. Он придавал большое значение внутреннему пространственному рисунку ландшафта, т. е. набору, форме и взаимному расположению его морфологических частей («частных ландшафтов» и «частей ландшафта»), а также считал важной

задачей разработку типологии ландшафтов. Пассарге недооценивал необходимость изучения взаимосвязей между компонентами ландшафта и применения генетического подхода. Ландшафт у него выступает не как целостная материальная система, а как результат механического наложения пространств, занятых отдельными компонентами. Он допускал субъективизм при выделении ландшафтов.

Физико-географическое районирование также не получило развития на Западе, если не считать некоторых работ английских географов, выполненных в духе Э. Дж. Гербертсона.

Пожалуй, наиболее интересны результаты некоторых детальных полевых исследований, предпринимавшихся в прикладных целях, особенно лесоводственных. Английский исследователь Р. Бурн на основе опыта подобных исследований пришел в 1931 г. к представлению об элементарных природных комплексах, которые он обозначал термином «сайт» (site). Закономерные сочетания таких участков образуют, по его мнению, самостоятельные районы как целостные природные единства. В этих суждениях мы обнаруживаем близость к идеям Л. Г. Раменского, однако они не привлекли тогда внимания географов.

### **Ландшафтоведение после второй мировой войны**

Первые послевоенные годы в советском ландшафтоведении ознаменовались возобновлением и распространением ландшафтных съемок. Инициаторами их выступили географы Московского университета под руководством Н. А. Солнцева, а в начале 50-х годов съемки велись уже группами сотрудников Ленинградского, Львовского, Латвийского и некоторых других университетов. Развертывание полевых ландшафтных исследований имело решающее значение для дальнейшей разработки теории ландшафта. В 1947 г. Н. А. Солнцев выступил на II Всесоюзном географическом съезде в Ленинграде с докладом, в котором обобщил первые результаты полевых работ московских ландшафтоведов<sup>1</sup>. Развивая идеи Л. Г. Раменского, он обосновал региональное представление о ландшафте и его морфологии. Согласно его определению, ландшафт — основная таксономическая единица в ряду природных территориальных комплексов; это — генетически единая территориальная система, построенная из закономерно сочетающихся морфологических частей — урочищ и фаций.

Таким образом, общая идея Л. С. Берга о ландшафте как гармоническом единстве природных компонентов получила дальнейшее развитие и конкретизацию в представлении об иерархичности природных территориальных комплексов и о ландшафте как упорядоченной системе территориальных единств низших рангов<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Солнцев Н. А. Природный ландшафт и некоторые его общие закономерности // Тр. II Всесоюзного геогр. съезда. Т. 1. М., 1948.

<sup>2</sup> Еще в 1945 г. Л. С. Берг внес вклад в эту конкретизацию, указав, что ландшафт состоит из фаций — далее неделимых географических единиц. 46

Указанное представление создавало теоретическую основу для ландшафтной съемки и создания ландшафтных карт разных масштабов. Фации были признаны непосредственным объектом полевой съемки в самых крупных масштабах, урочища — в средних, собственно ландшафты оказывались оптимальными объектами мелко-масштабного (обзорного) картографирования.

В первое послевоенное десятилетие заметно оживился интерес к теоретическим вопросам ландшафтоведения. В учебные планы ведущих университетов вводится курс «Учение о ландшафтах». Основное внимание привлекали вопросы, связанные с ландшафтной съемкой и созданием ландшафтных карт: морфология ландшафта, принципы выделения фаций и урочищ, их систематика, критерии и объем ландшафта, проблема ландшафтных границ и т. п.

В 1944 — 1946 гг. Б. Б. Полынов разработал основы геохимии ландшафта — нового научного направления, имеющего дело с изучением миграции химических элементов в ландшафте — важного аспекта познания вертикальных и горизонтальных географических взаимосвязей. Другое новое направление, имеющее близкое отношение к ландшафтоведению, а именно биогеоценология, связано с именем В. Н. Сукачева (1880 — 1967). Введенное им в 40-х годах понятие «биогеоценоз» практически тождественно фации, но главное внимание обращалось на биокomпоненты и их вещество-энергетический обмен со средой. Важнейшим методом изучения биогеоценоза В. Н. Сукачев считал стационарный, и по его инициативе началась организация биогеоценологических стационаров.

В 1947 г. вышло в свет разработанное коллективом специалистов Академии наук СССР «Естественно-историческое районирование СССР», и в том же году был издан большой труд С. П. Сулова (1893 — 1953) «Физическая география СССР» (азиатская часть) со схемой районирования. В этих работах впервые наряду с традиционным зональным делением нашел отражение азональный принцип в виде выделения крупных региональных единиц — стран. В 1946 г. А. И. Яунпутинь опубликовал интересный опыт районирования всей суши земного шара, разделив материки на физико-географические секторы и страны.

Учение о ландшафте и физико-географическое районирование в эти годы разрабатывались по существу независимо одно от другого. Существовало даже мнение, что ландшафтоведение должно ограничиваться изучением только «малых» природных территориальных комплексов, т. е. собственно ландшафта и его морфологических частей. При районировании же основное внимание уделялось крупнейшим региональным единствам — зонам, секторам, странам, а при попытках более дробного деления обнаруживалось отсутствие каких-либо единых принципов и методов. Создавался, таким образом, разрыв, недоставало связующего звена, каковым должно быть уче-

ние о закономерностях территориальной дифференциации географической оболочки. Первые контуры этого учения уже стали намечаться в виде представлений о единстве зональных и аazonальных закономерностей, о ландшафте как «узловой» единице, одновременно зональной и аazonальной, и о системе районирования как «группировке ландшафтов в территориальные объединения высшего порядка... на основании определенных исторических и пространственных межландшафтных связей»<sup>1</sup>. Взгляд на физико-географическое районирование не только как на отражение дифференциации географической оболочки, но и как на проявление или результат, следствие процессов интеграции ландшафтов создавал перспективы для объединения отдельных физико-географических концепций, относящихся к географической оболочке в целом, к ее крупным региональным подразделениям и к ландшафтам, в единую физико-географическую теорию.

Важным импульсом для активизации ландшафтных исследований в нашей стране послужило I Всесоюзное совещание по ландшафтоведению, организованное Географическим обществом в 1955 г. в Ленинграде. С этого времени в течение ряда лет совещания ландшафтоведов созывались в разных городах почти ежегодно (в 1956, 1958, 1959, 1961, 1963 гг.), а с 1960 г. ландшафтоведческая тематика входит в программу всех съездов Географического общества СССР, созываемых каждые 5 лет. Десятилетие 1955 — 1965 гг. характеризовалось небывалым ростом популярности ландшафтоведения и максимальной активностью советских географов в этой сфере.

На географических совещаниях, съездах и в периодической печати оживленно обсуждались теоретические вопросы ландшафтоведения, методы исследований, прикладные аспекты учения о ландшафте, но в центре внимания продолжали оставаться ландшафтная съемка и разработка ландшафтных карт. Многими коллективами создавались детальные ландшафтные карты, часто с прикладным назначением, преимущественно в качестве научной основы для сельскохозяйственной оценки земель и землеустройства. В 1963 — 1964 гг. впервые появились обзорные ландшафтные карты отдельных республик и областей как элементы содержания комплексных атласов. В 1961 г. в Ленинградском университете было начато составление Ландшафтной карты СССР в масштабе 1:4 000 000, в 1964 г. результаты этой работы докладывались на IV съезде Географического общества и на XX Международном географическом конгрессе в Лондоне<sup>2</sup>. В 1961 — 1962 гг. Ленинградским и Московским университетами были опубликованы первые руководства по ландшафтной съемке и картографированию, в 1965 г. вышло в свет первое учебное пособие по основам ландшафтоведения.

В связи с созданием обзорных ландшафтных карт встала на

<sup>1</sup> Исаченко А. Г. Основные вопросы физической географии. Л., 1953. С. 234 — 235.

<sup>2</sup> Ландшафтная карта СССР для высших учебных заведений в масштабе 1:4 000 000 издана Главным управлением геодезии и картографии при Совете Министров СССР лишь в 1988 г.

очередь проблема классификации ландшафтов. Наиболее подробная классификация была разработана для всей территории СССР применительно к карте в масштабе 1:4 000 000. В Московском университете была проведена большая работа по систематике (на основе зональных и секторных признаков) ландшафтов всей суши. Результаты нашли свое отражение на картах «Физико-географического атласа Мира» (1964).

В области физико-географического районирования рассматриваемый период также характеризовался значительным оживлением, в особенности после 1956 г., когда начались межвузовские работы по физико-географическому районированию СССР для целей перспективного планирования сельского хозяйства. С 1961 г. публикуются результаты этих работ в виде монографий с детальным описанием физико-географических районов Черноземного центра, Нечерноземного центра, Северо-Запада СССР и др.

Усиление интереса к ландшафтоведению наблюдается после второй мировой войны в некоторых зарубежных странах. В конце 40-х — начале 50-х годов о ландшафте довольно много пишут западногерманские, а также австрийские и швейцарские географы. Но под ландшафтом ими нередко понималось некое произвольно выделенное пространство, охватывающее как природу, так и человека с его хозяйством и культурой. Наиболее интересны взгляды К. Тролля (1899 — 1975), развивающего представление о ландшафте как природном единстве, имеющем естественные границы. Троль различал морфологию и экологию ландшафта (к последней он относил функциональный анализ ландшафта, изучение взаимодействия компонентов, баланса вещества); он ввел также понятие об экотопе как элементарной ячейке ландшафта (эквивалент фации).

Исследования по «экологии ландшафта» получили развитие с начала 60-х годов в ГДР. Они тесно связывались с задачами сельского хозяйства и гидромелиорации, и основное внимание обращалось на взаимоотношения между почвой, растительностью и водным режимом в различных экотопах. Значительное место в работах географов ГДР занимают также вопросы таксономии ландшафтных единиц. Э. Неефу принадлежит идея трех «размерностей», или уровней, ландшафтной иерархии: топологического (однородная единица, т. е. экотоп), хорологического (объединения гетерогенных экотопов разного ранга, или геохоры) и геосферного (геосфера, т. е. географическая оболочка).

С 50-х годов ландшафтные исследования развиваются в Польше, а позднее — и в других странах.

У географов англоязычных стран учение о ландшафте не пользуется популярностью, однако идея природного территориального комплекса стихийно пробивает себе путь от практики прикладных территориальных исследований, в особенности с конца 40-х годов в США, Австралии, Канаде. В процессе изучения природных ресурсов, классификации и оценки сельскохозяйственных земель, ин-

вентаризации лесов постепенно вырабатывалась методика, близкая к ландшафтной съемке; исследователи стали приходить к выводу, что необходимо выявлять, картировать и описывать элементарные природные комплексы (они получили разные названия: site, unit area, land unit).

На Западе идея взаимосвязи компонентов живой и неживой природы часто связывается не с географией, а с экологией как учением об экосистемах. Хотя в центре внимания эколога не географический комплекс, а лишь его биотическая часть, экология в известной мере может способствовать развитию комплексного ландшафтно-географического подхода там, где до сих пор господствовал чисто хронологический взгляд на географию.

Таким образом, во многих странах Запада идея природного географического комплекса привносится в географию извне — из практического опыта и экологии.

### **Современный этап развития ландшафтоведения**

Этапы развития науки не разделяются резкими временными рубежами, и не всегда легко определить момент смены одного этапа другим. Особенно сложно найти точку отсчета для «современного» этапа, ибо трудно предвидеть значение текущих событий и процессов для дальнейшего развития ландшафтоведения. Лишь будущее покажет, какие достижения последнего времени окажутся переломными. Сейчас же достаточно определенно можно утверждать, что существенный перелом в развитии ландшафтоведения наметился около середины 60-х годов, и хотя с того времени уже прошло немало лет, будем условно считать его началом современного периода.

В 50-х — начале 60-х годов ландшафтоведение в СССР переживало своего рода бум, оно приобрело характер массового движения, проходившего не всегда на должном профессиональном уровне. Развитие ландшафтоведения в те годы шло экстенсивно, т. е. больше вширь, чем вглубь. В процессе ландшафтной съемки фиксировалась главным образом статичная картина природных территориальных комплексов, но этой картине недоставало глубины, т. е. знания внутренних ландшафтных «механизмов» и динамики. Еще на III Всесоюзном съезде Географического общества СССР было подчеркнуто значение для ландшафтоведения современных физических и химических методов, а в решениях IV съезда (1964) говорится о необходимости создания сети комплексных физико-географических станций, оборудованных современными техническими средствами наблюдения, фиксации и моделирования процессов.

Новые серьезные задачи поставила перед ландшафтоведением сама жизнь. В 60-х годах во всем мире люди стали задумываться над оборотной стороной научно-технической революции: вовлечение в производство огромного и все растущего количества природных ресурсов привело к угрозе полного истощения многих из них уже

в ближайшие десятилетия, и вместе с тем произошло резкое ухудшение жизненной среды человечества вследствие истребления лесов, загрязнения водоемов, воздуха и почвы производственными отходами, сокращения земель, пригодных для дальнейшего освоения и для отдыха, иначе говоря — вследствие резкого нарушения естественных функций природных комплексов. Со всей остротой встали проблемы сохранения, восстановления и улучшения ландшафтов Земли, а тем самым — жизненной среды человеческого общества. Существенный, если не решающий, вклад в разработку научных основ решения этих проблем, обычно неточно называемых экологическими, призвана внести география. Именно эта наука выработала наиболее всесторонний взгляд на природную среду, она обладает синтетической ландшафтной концепцией. Многие географы осознали свою ответственность перед обществом в решении задач оптимизации природной среды, но вместе с тем они отдают себе отчет в том, что не вполне готовы к этому и что ландшафтоведение должно быть поднято на более высокий уровень в сравнении с уже достигнутым.

Поэтому не случайно с середины 60-х годов наблюдается поворот ландшафтоведов к вопросам изучения структуры, функционирования и динамики ландшафтов, а также — техногенного воздействия на них. VII Всесоюзное совещание по ландшафтоведению в Перми (1974) было целиком посвящено динамике ландшафтов<sup>1</sup>. Существенный вклад в развитие нового направления ландшафтоведения, которое В. Б. Сочава (1905 — 1978) назвал структурно-динамическим, внес основанный в 1957 г. Институт географии Сибирского отделения АН СССР. При этом институте под руководством В. Б. Сочавы были организованы первые ландшафтно-географические стационары (в 1958 г. в степях Восточного Забайкалья, в 1964 — 1967 гг. — в разных районах сибирской тайги, а также в Саянах и Минусинской котловине). В 1964 г. Институт географии АН СССР организовал Курский стационар. Позднее появились стационары при некоторых университетах (наиболее плодотворные научные результаты дал Марткопский стационар Тбилисского университета).

Для функционально-динамического исследования природных территориальных комплексов большое значение имеют методы геохимии ландшафтов, которая в 60-е годы достигла определенного уровня зрелости — в основном благодаря трудам М. А. Глазовской и А. И. Перельмана. Д. Л. Арманд выдвинул задачу разработки физики, или геофизики, ландшафта, предметом которой должно явиться изучение взаимодействия компонентов ландшафта, анализируемого на уровне и методами современной физики. Усиливается интерес ландшафтоведов к вещественно-энергетическому обмену между биотическими и абиотическими компонентами, к биологической продуктивности ландшафта. В этом можно усматривать опреде-

<sup>1</sup> Эти же вопросы активно обсуждались на VIII Всесоюзном совещании в 1988 г. в г. Львове.



ленное влияние экологических концепций и сближение ландшафтоведения с биогеоценологией.

Рассматриваемый поворот в развитии ландшафтоведения совпал с широким внедрением в науку системного подхода. Собственно этот подход не явился чем-то новым для ландшафтоведения, объект изучения которого давно уже рассматривался как система, т. е. как некоторая целостность, состоящая из ряда взаимодействующих элементов. Теперь, когда признана системная организация материального мира, когда понятие системы стало универсальным общенаучным понятием и возникло учение о системах, обобщающее опыт многих наук, стало возможным использовать это учение для уточнения, нового осмысления и обогащения ландшафтоведческих представлений. Оказалось полезным также использовать общесистемную терминологию, что способствовало сближению ландшафтоведения с другими науками и внедрению ландшафтоведческих концепций в широкий научный обиход. Знакомство с общей теорией систем несомненно стимулировало рост интереса ландшафтоведов к таким свойствам природных территориальных комплексов, как целостность, иерархичность, организованность, структура, функционирование, состояние, поведение, устойчивость, к построению различных моделей природных комплексов. В. Б. Сочава ввел понятие о геосистеме как современном эквиваленте термина «природный территориальный комплекс». (Правда, в дальнейшем многие географы стали использовать термин «геосистема» для обозначения самых разнообразных территориальных систем, в том числе и социально-экономических.)

Для современного этапа характерно повышенное внимание к изучению различного рода временных изменений геосистем; последние рассматриваются как пространственно-временные (четырёхмерные) образования. Влияние кибернетических представлений сказалось в попытках обосновать взгляд на природный территориальный комплекс как на саморегулирующуюся систему, способную восстанавливать нарушенное равновесие благодаря действию обратных связей между ее различными компонентами и элементами. Это, разумеется, не означает отрицания возможности коренных трансформаций геосистем и их способности к эволюционным изменениям. Функционально-динамический анализ геосистем позволил впервые приступить к разработке принципов и методов ландшафтно-географического прогнозирования (Московский и Ленинградский университеты, Институт географии Сибирского отделения АН СССР).

Прогресс ландшафтоведения невозможен без обогащения арсенала методов исследований. Всегда сохраняют свое значение такие испытанные традиционные методы, как полевая ландшафтная съемка и картографирование (ландшафтную карту следует рассматривать как один из видов модели, являющейся мощным источником познания природного комплекса). В настоящее время комплекс методов ландшафтных исследований существенно пополняется. Уже упоминалось о стационарных исследованиях, которые дают возмож-

ность получить многолетние ряды различных параметров геосистем (преимущественно элементарных, т. е. фаций) на основе применения точных методов измерения. Для обработки данных и получения эмпирических зависимостей используются приемы математической статистики и некоторые другие математические методы. Новым источником информации для ландшафтоведа становятся космические снимки, хотя пока еще они привлекаются довольно редко. Постепенно в обиход ландшафтоведа входит построение графических и математических моделей геосистем.

Существенная черта современного этапа — сильное расширение сферы прикладных ландшафтных исследований. В течение десятилетий традиционной сферой приложения принципов и методов ландшафтоведения было сельское хозяйство. В 60-х годах ландшафтоведы стали участвовать в архитектурно-планировочных разработках с целью научного обоснования рациональной организации территорий пригородных зон Москвы и Ленинграда, а затем и некоторых других крупных городов, а также курортных районов и т. п.

В дальнейшем особенно популярными стали ландшафтно-рекреационные исследования. К другим прикладным направлениям следует отнести ландшафтно-инженерное и ландшафтно-мелиоративное. Основная функция ландшафтоведа в исследованиях этого рода состоит в оценке ландшафтов и урочищ с точки зрения возможности и целесообразности использования их для сельского хозяйства, рекреации, строительства тех или иных сооружений, дорог и т. п., а также анализ их мелиоративного состояния и потребности в мелиоративных мероприятиях.

В работах некоторых коллективов намечается тенденция к объединению различных частных прикладных направлений в рамках общего направления, которое можно назвать территориально-планировочным. Свою главную прикладную задачу и в сущности конечную цель ландшафтоведения многие специалисты видят в том, чтобы создать ландшафтно-географические основы оптимизации природной среды. Иногда эта цель формулируется как проектирование культурных ландшафтов.

Многие современные тенденции, типичные для советского ландшафтоведения, прослеживаются в зарубежной науке, но там они проявляются на разном фоне в зависимости от степени разработанности основных ландшафтоведческих представлений.

В восточной Германии, где существует уже достаточно прочная ландшафтоведческая традиция, исследования ведутся в разных направлениях; много внимания уделяется разработке основных понятий и терминов, детальным исследованиям на топологическом уровне (с ландшафтной съемкой), изучению хозяйственного воздействия на природные комплексы, но основной акцент делается на прикладные аспекты — оценку ландшафтного потенциала (т. е. способности природного комплекса удовлетворять различные общественные по-

требности) и разработку мероприятий по рациональному использованию и «обустройству» ландшафта (Landschaftsgestaltung).

Польские географы добились существенных успехов в области детальных ландшафтных исследований, ландшафтного картографирования и районирования страны.

Значительную активность в области ландшафтоведения проявляют с середины 60-х годов чехословацкие географы. Оживленно обсуждаются понятия «экология ландшафта», «ландшафтный синтез» и др. Главное внимание уделяется вопросам формирования «жизненной среды» на экологических и ландшафтно-географических принципах, и в этой области имеется ряд удачных конкретных разработок.

В западной Германии ландшафтоведческое направление известно как ландшафтная экология, или геоэкология. Хотя еще продолжают споры о сущности ландшафта и не наблюдается заметного прогресса в области теории, концепция ландшафта в той или иной степени отражается в практических разработках по «ландшафтному планированию» (Landschaftsplanung), «уходу за ландшафтом» (Landschaftspflege) и «организации пространства» (Raumordnung).

В 1968 г. работы Ж. Бертрана, в которых обсуждаются понятия «ландшафт», «геосистема» и «таксономия ландшафтных единиц», положили начало ландшафтным исследованиям во Франции.

В последние годы интерес к ландшафтоведению наблюдается во многих странах (Нидерланды, Дания, Финляндия, Испания, Греция, Индия, Япония, Канада, Бразилия), что обусловлено практической необходимостью поиска научных основ для рационального использования земель и организации территории, или территориальных планировок. Как правило, в этих странах ландшафтоведческие представления находятся еще на начальной стадии формирования основных понятий, поиска способов классификации природных комплексов в прикладных целях, изучения антропогенных воздействий и т. п.

Ко второй половине 60-х годов относится начало международного сотрудничества в области ландшафтоведения. В 1966 г. в Польше был проведен симпозиум социалистических стран по физико-географическому районированию, а с 1967 г. Институт биологии ландшафта (впоследствии Институт экспериментальной биологии и экологии) Словацкой академии наук каждые три года организует международные научные симпозиумы, на которых обсуждаются теоретические проблемы «биологии ландшафта», «экологии ландшафта» и собственно учения о ландшафте преимущественно в плане их приложения к охране и улучшению «жизненной среды». Участники дискуссий из разных стран во многом еще стоят на различных позициях и далеко не всегда находят общий язык. Речь идет пока не о сотрудничестве, а скорее об обмене информацией и точками зрения. На V симпозиуме в 1974 г. возникла идея создания Международной ассоциации ландшафтной экологии (IALE); в 1981 г. в Нидерландах был созван первый конгресс этой ассоциации, в 1984 г. в Дании проходил меж-

дународный симпозиум IALE. Из программ и решений ассоциации вытекает, что ландшафтная экология понимается как широкая междисциплинарная область, охватывающая различные аспекты взаимодействия природы и общества с использованием концепций и методов, выработанных многими научными дисциплинами, для обоснования планов территориального развития. Какое место в этом комплексе займут теоретические идеи ландшафтоведения, покажет, очевидно, будущее.

Почти одновременно, в 1980 г., другой институт Словацкой академии наук — Институт географии выступил с инициативой создания при Международном географическом союзе рабочей группы «Ландшафтный синтез — геоэкологические основы комплексного управления ландшафтом». Первая сессия этой рабочей группы состоялась в 1981 г. в Братиславе, вторая — в 1985 г. в Дессау. Перед группой ставятся примерно те же задачи, что и перед Международной ассоциацией ландшафтной экологии, обсуждаются в основном те же проблемы. Поднимаются вопросы изучения структуры и динамики ландшафтов, их классификации и др. Однако основной объект исследования разными учеными понимается по-разному: по-видимому, будет затрачено немало усилий в поисках «общего языка». В этом отношении, несомненно, решающую роль могли бы сыграть советские географы, обладающие наиболее разработанной ландшафтоведческой концепцией, но их участие в рабочей группе не соответствует достигнутому результатам (в первой сессии рабочей группы участвовали два советских представителя, а на второй сессии их вовсе не было).

Более тесная координация наладилась с 1976 г. между географами стран — членов СЭВ по теме «Экологические основы планирования и развития оптимальных структур ландшафта». Регулярно проводятся координационные совещания (к 1984 г. их проведено 10), но отдельные разделы темы самостоятельно разрабатываются коллективами из отдельных стран. Особенно активны немецкие и чехословацкие географы; Советский Союз представлен только Академией наук СССР. О единой теоретической платформе пока еще говорить рано; значительные усилия были направлены на согласование ландшафтоведческой терминологии, результаты этой работы выразились в издании толкового словаря «Охрана ландшафтов» (М., 1982).

Таким образом, за последние годы основные идеи учения о ландшафте получили широкое международное признание. Специалисты разных стран убедились на практическом опыте в том, что решение актуальных проблем современности, связанных с оптимизацией природной среды человечества, настоятельно диктует необходимость опоры на ландшафтно-географическую теорию. В разработке такой теории советским географам принадлежит ведущая роль, но многое еще предстоит сделать, и, по-видимому, потребуется немало времени для организации подлинного международного сотрудничества ландшафтоведов.

---

## 2. Региональная и локальная дифференциация эпигеосферы

### Широтная зональность

Дифференциация эпигеосферы на геосистемы различных порядков определяется неодинаковыми условиями ее развития в разных частях. Как уже отмечалось, существуют два главных уровня физико-географической дифференциации — региональный и локальный (или топологический), в основе которых лежат глубоко различные причины.

Региональная дифференциация обусловлена соотношением двух главнейших *внешних по отношению к эпигеосфере энергетических факторов* — лучистой энергии Солнца и внутренней энергии Земли. Оба фактора проявляются неравномерно как в пространстве, так и во времени. Специфические проявления того и другого в природе эпигеосферы и определяют две наиболее общие географические закономерности — *зональность* и *азональность*.

*Под широтной (географической, ландшафтной) зональностью<sup>1</sup> подразумевается* закономерное изменение физико-географических процессов, компонентов и комплексов (геосистем) от экватора к полюсам. Первичная причина зональности — неравномерное распределение коротковолновой радиации Солнца по широте вследствие шарообразности Земли и изменения угла падения солнечных лучей на земную поверхность. По этой причине на единицу площади приходится неодинаковое количество лучистой энергии Солнца в зависимости от широты. Следовательно, для существования зональности достаточно двух условий — потока солнечной радиации и шарообразности Земли, причем теоретически распределение этого потока по земной поверхности должно иметь вид математически правильной кривой (рис. 5,  $R_a$ ). В действительности, однако, широтное распределение солнечной энергии зависит и от некоторых других факторов, имеющих также внешнюю, астрономическую, природу. Один из них — расстояние между Землей и Солнцем.

По мере удаления от Солнца поток его лучей становится все слабее, и можно представить себе такое расстояние (например, на какое отстоит от Солнца планета Плутон), при котором разница

56 <sup>1</sup> Далее эту закономерность будем называть просто зональностью.

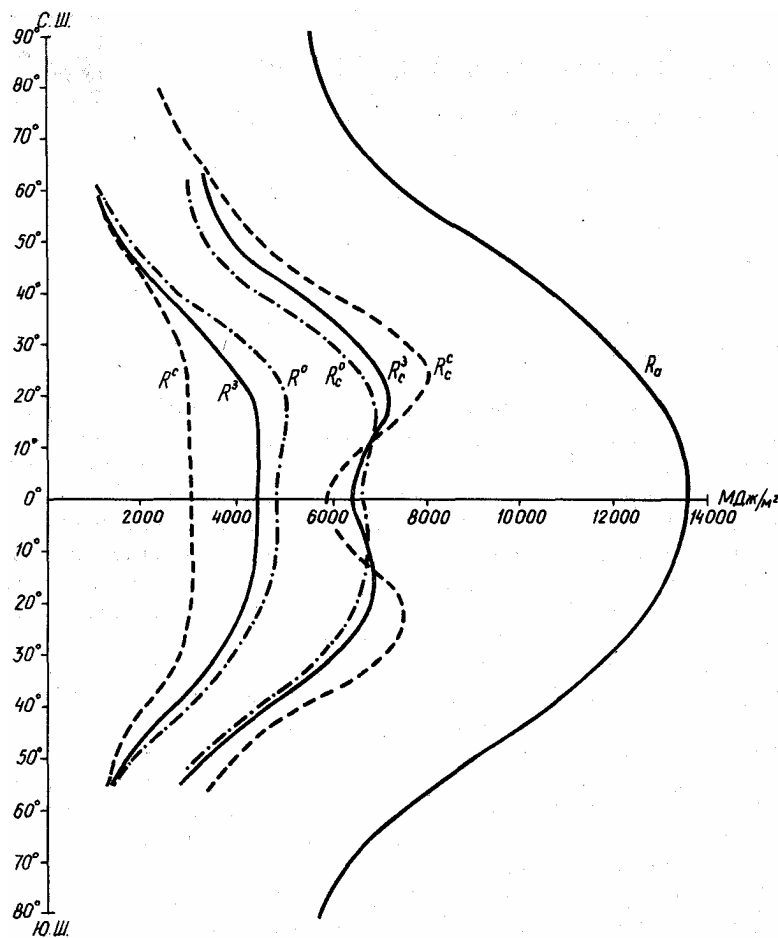


Рис. 5. Зональное распределение солнечной радиации:

$R_a$  — радиация на верхней границе атмосферы; суммарная радиация:  $R_c^c$  — на поверхности суши,  $R_c^o$  — на поверхности Мирового океана,  $R_c^s$  — средняя для поверхности земного шара; радиационный баланс:  $R^c$  — на поверхности суши,  $R^o$  — на поверхности океана,  $R^s$  — средняя для поверхности земного шара

между экваториальными и полярными широтами в отношении инсоляции теряет свое значение — везде окажется одинаково холодно (на поверхности Плутона расчетная температура около  $-230^\circ\text{C}$ ). При слишком большом приближении к Солнцу, напротив, во всех частях планеты оказалось бы чрезмерно жарко. В обоих крайних случаях невозможно существование ни воды в жидкой фазе, ни жизни. Земля оказалась наиболее «удачно» расположенной планетой по отношению к Солнцу.

Масса Земли также влияет на характер зональности, хотя и кос-

венно: она позволяет нашей планете (в отличие, например, от «легкой» Луны) удерживать атмосферу, которая служит важным фактором трансформации и перераспределения солнечной энергии.

Существенную роль играет наклон земной оси к плоскости эклиптики (под углом около  $66,5^\circ$ ), от этого зависит неравномерное поступление солнечной радиации по сезонам, что сильно усложняет зональное распределение тепла, а также влаги и обостряет зональные контрасты. Если бы земная ось была перпендикулярна плоскости эклиптики, то каждая параллель получала бы в течение всего года почти одинаковое количество солнечного тепла и на Земле практически не было бы сезонной смены явлений.

Суточное вращение Земли, обуславливающее отклонение движущихся тел, в том числе воздушных масс, вправо в северном полушарии и влево — в южном, также вносит дополнительные усложнения в схему зональности.

Если бы земная поверхность была сложена каким-либо одним веществом и не имела неровностей, распределение солнечной радиации оставалось бы строго зональным, т.е., несмотря на усложняющее влияние перечисленных астрономических факторов, ее количество изменялось бы строго по широте и на одной параллели было бы одинаковым. Но неоднородность поверхности земного шара — наличие материков и океанов, разнообразие рельефа и горных пород и т. д. — обуславливает нарушение математически регулярного распределения потока солнечной энергии. Поскольку солнечная энергия служит практически единственным источником физических, химических и биологических процессов на земной поверхности, эти процессы неизбежно должны иметь зональный характер. Механизм географической зональности очень сложен, она проявляется далеко не однозначно в разной «среде», в различных компонентах, процессах, а также в разных частях эпигеосферы.

Первым непосредственным результатом зонального распределения лучистой энергии Солнца является зональность радиационного баланса земной поверхности. Однако уже в распределении приходящей радиации мы наблюдаем явное нарушение строгого соответствия с широтой. На рис. 5<sup>1</sup> хорошо видно, что максимум приходящей к земной поверхности суммарной радиации отмечается не на экваторе, чего следовало бы ожидать теоретически, а на пространстве между 20-й и 30-й параллелями в обоих полушариях — северном и южном. Причина этого явления состоит в том, что на данных широтах атмосфера наиболее прозрачна для солнечных лучей (над экватором в атмосфере много облаков, которые отражают солнечные

<sup>1</sup> В СИ энергия измеряется в джоулях, однако до недавнего времени тепловую энергию было принято измерять в калориях. Поскольку во многих опубликованных географических работах показатели радиационного и теплового режимов выражены в калориях (или килокалориях), приводим следующие соотношения:  $1 \text{ Дж} = 0,239 \text{ кал}$ ;  $1 \text{ ккал} = 4,1868 \cdot 10^3 \text{ Дж}$ ;  $1 \text{ ккал/см}^2 = 41,868 \text{ М Дж/м}^2$ .

лучи, рассеивают и частично поглощают их). Над сушей контрасты в прозрачности атмосферы особенно значительны, что находит четкое отражение в форме соответствующей кривой. Таким образом, эпигеосфера не пассивно, автоматически реагирует на поступление солнечной энергии, а по-своему перераспределяет ее. Кривые широтного распределения радиационного баланса несколько более сглажены, но они не являются простой копией теоретического графика распределения потока солнечных лучей. Эти кривые не строго симметричны; хорошо заметно, что поверхность океанов характеризуется более высокими цифрами, чем суша. Это также говорит об активной реакции вещества эпигеосферы на внешние энергетические воздействия (в частности, из-за высокой отражающей способности суша теряет значительно больше лучистой энергии Солнца, чем океан).

Лучистая энергия, полученная земной поверхностью от Солнца и преобразованная в тепловую, затрачивается в основном на испарение и на теплоотдачу в атмосферу, причем величины этих расходных статей радиационного баланса и их соотношения довольно сложно изменяются по широте. И здесь мы не наблюдаем кривых, строго симметричных для суши и океана (рис. 6).

Важнейшие следствия неравномерного широтного распределения тепла — зональность воздушных масс, циркуляции атмосферы и влагооборота. Под влиянием неравномерного нагрева, а также испарения с подстилающей поверхности формируются воздушные массы, различающиеся по своим температурным свойствам, влагосодержанию, плотности. Выделяют четыре основных зональных типа воздушных масс: экваториальные (теплые и влажные), тропические (теплые и сухие), бореальные, или массы умеренных широт (прохладные и влажные), и арктические, а в южном полушарии антарктические (холодные и относительно сухие). Неодинаковый нагрев и вследствие этого различная плотность воздушных масс (разное атмосферное давление) вызывают нарушение термодинамического равновесия в тропосфере и перемещение (циркуляцию) воздушных масс.

Если бы Земля не вращалась вокруг оси, воздушные потоки в атмосфере имели бы очень простой характер: от нагретых приэкваториальных широт воздух поднимался бы вверх и растекался к полюсам, а оттуда возвращался бы к экватору в приземных слоях тропосферы. Иначе говоря, циркуляция должна была иметь меридиональный характер и у земной поверхности в северном полушарии постоянно дули бы северные ветры, а в южном — южные. Но отклоняющее действие вращения Земли вносит в эту схему существенные поправки. В результате в тропосфере образуется несколько циркуляционных зон (рис. 7). Основные из них соответствуют четырем зональным типам воздушных масс, поэтому в каждом полушарии их получается по четыре: экваториальная, общая для северного и южного полушарий (низкое давление, штили, восходящие потоки воздуха), тропическая (высокое давление, восточные ветры), умеренная



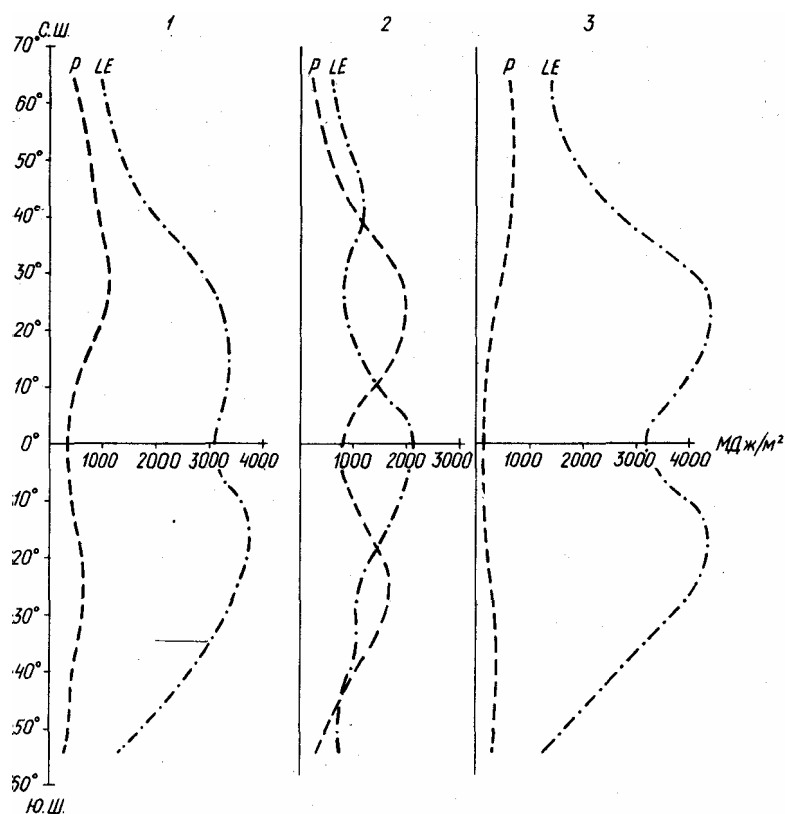


Рис. 6. Зональное распределение элементов радиационного баланса:  
1 — вся поверхность земного шара, 2 — суша, 3 — океан;  $LE$  — затраты тепла на испарение,  $P$  — турбулентная отдача тепла в атмосферу

(пониженное давление, западные ветры) и полярная (пониженное давление, восточные ветры). Кроме того, различают по три переходные зоны — субарктическую, субтропическую и субэкваториальную, в которых типы циркуляции и воздушных масс сменяются по сезонам вследствие того, что летом (для соответствующего полушария) вся система циркуляции атмосферы смещается к «своему» полюсу, а зимой — к экватору (и противоположному полюсу). Таким образом, в каждом полушарии можно выделить по семь циркуляционных зон.

Циркуляция атмосферы — мощный механизм перераспределения тепла и влаги. Благодаря ей зональные температурные различия на земной поверхности сглаживаются, хотя все-таки максимум приходится не на экватор, а на несколько более высокие широты северного полушария (рис. 8), что особенно четко выражено на поверхности суши (рис. 9).

Зональность распределения солнечного тепла нашла свое выра-

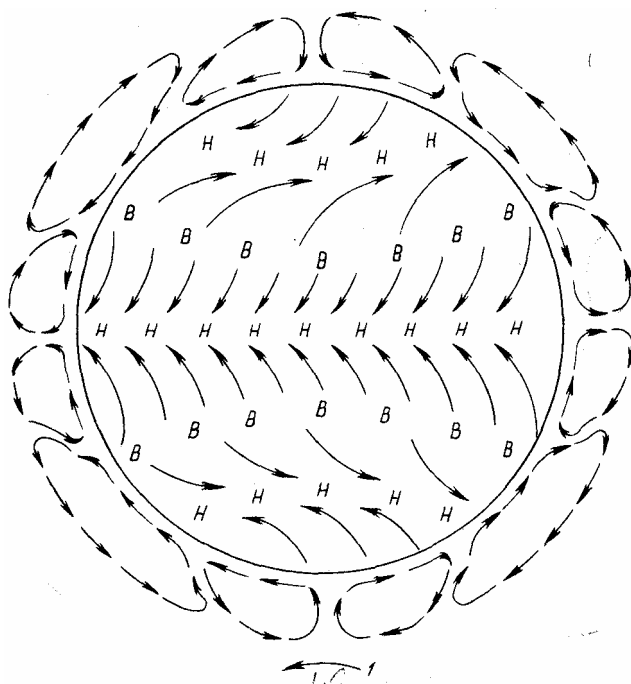


Рис. 7. Схема общей циркуляции атмосферы:  
1 — направление ветра, н — низкое давление, в — высокое давление

жение в традиционном представлении о тепловых поясах Земли. Однако континуальный характер изменения температуры воздуха у земной поверхности не позволяет установить четкую систему поясов и обосновать критерии их разграничения. Обычно различают следующие пояса: жаркий (со средней годовой температурой выше  $20^{\circ}\text{C}$ ), два умеренных (между годовой изотермой  $20^{\circ}\text{C}$  и изотермой самого теплого месяца  $10^{\circ}\text{C}$ ) и два холодных (с температурой самого теплого месяца ниже  $10^{\circ}$ ); внутри последних иногда выделяют «области вечного мороза» (с температурой самого теплого месяца ниже  $0^{\circ}\text{C}$ ). Эта схема, как и некоторые ее варианты, имеет чисто условный характер, и ландшафтоведческое значение ее невелико уже в силу крайнего схематизма. Так, умеренный пояс охватывает огромный температурный интервал, в который укладывается целая зима ландшафтных зон — от тундровой до пустынной. Заметим, что подобные температурные пояса не совпадают с циркуляционными, а также, как будет показано далее, с поясами увлажнения.

С зональностью циркуляции атмосферы тесно связана зональность влагооборота и увлажнения. Это отчетливо проявляется в распределении атмосферных осадков (рис. 10). Зональность распреде-

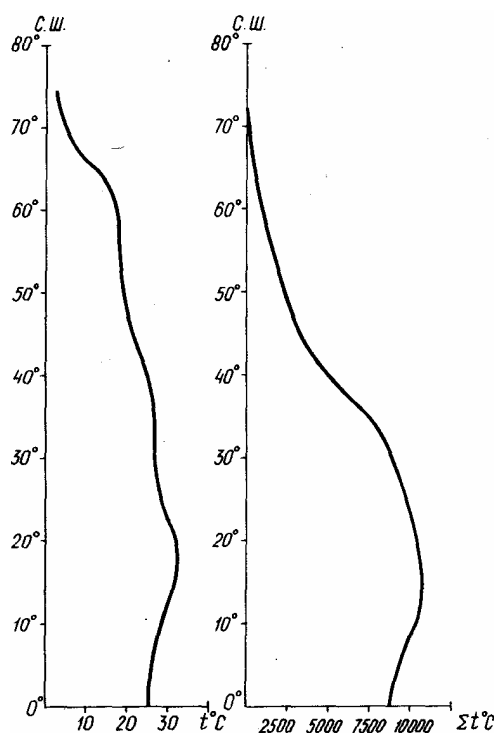


Рис. 8. Зональное распределение температуры воздуха на поверхности земного шара: I — январь, VII — июль

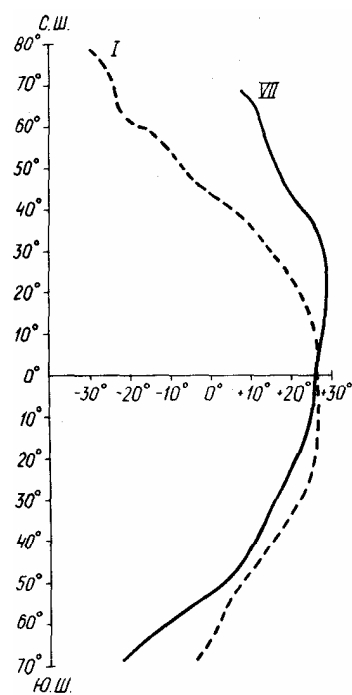


Рис. 9. Зональное распределение тепла в умеренно континентальном секторе северного полушария:  $t$  — средняя температура воздуха в июле,  $\Sigma t$  — сумма температур за период со средними суточными температурами выше  $10^{\circ}\text{C}$

ления осадков имеет свою специфику, своеобразную ритмичность: три максимума (главный — на экваторе и два второстепенных в умеренных широтах) и четыре минимума (в полярных и тропических широтах). Количество осадков само по себе не определяет условий увлажнения или влагообеспеченности природных процессов и ландшафта в целом. В степной зоне при 500 мм годовых осадков мы говорим о недостаточном увлажнении, а в тундре при 400 мм — об избыточном. Чтобы судить об увлажнении, нужно знать не только количество влаги, ежегодно поступающей в геосистему, но и то количество, которое необходимо для ее оптимального функционирования. Наилучшим показателем потребности во влаге служит *испаряемость*, т. е. количество воды, которое может испариться с земной поверхности в данных климатических условиях при допущении, что запасы влаги не ограничены. Испаряемость — величина теоретическая. Ее

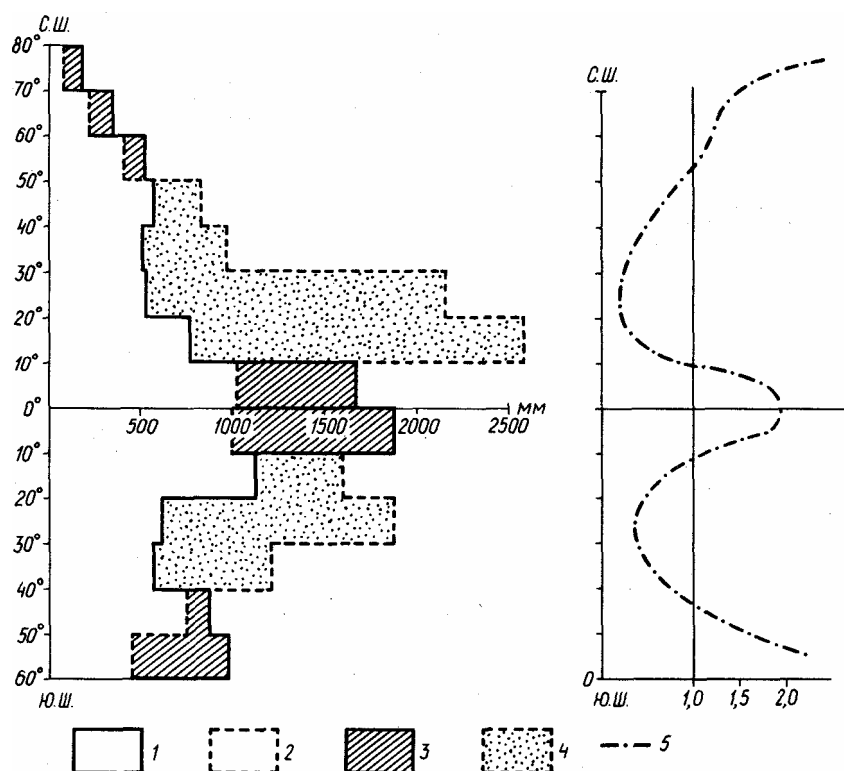


Рис. 10. Зональное распределение атмосферных осадков, испаряемости и коэффициента увлажнения на поверхности суши:  
 1 — средние годовые осадки, 2 — средняя годовая испаряемость, 3 — превышение осадков над испаряемостью, 4 — превышение испаряемости над осадками, 5 — коэффициент увлажнения (по Высоцкому — Иванову)

следует отличать от *испарения*, т. е. фактически испаряющейся влаги, величина которой ограничена количеством выпадающих осадков. На суше испарение всегда меньше испаряемости.

На рис. 10 видно, что широтные изменения осадков и испаряемости не совпадают между собой и в значительной степени даже имеют противоположный характер. Отношение годового количества осадков к годовой величине испаряемости может служить показателем климатического увлажнения. Этот показатель впервые ввел Г. Н. Высоцкий. Еще в 1905 г. он использовал его для характеристики природных зон европейской России. Впоследствии ленинградский климатолог Н. Н. Иванов построил изолинии этого отношения, которое назвал *коэффициентом увлажнения* (К), для всей суши Земли и показал, что границы ландшафтных зон совпадают с определенными значениями К: в тайге и тундре он превышает 1, в лесостепи равен

1,0 — 0,6, в степи — 0,6 — 0,3, в полупустыне — 0,3 — 0,12, в пустыне — менее 0,12<sup>1</sup>.

На рис. 10 схематично показано изменение средних значений коэффициента увлажнения (на суше) по широте. На кривой имеются четыре критические точки, где  $K$  переходит через 1. Величина, равная 1, означает, что условия увлажнения оптимальны: выпадающие осадки могут (теоретически) полностью испариться, проделав при этом полезную «работу»; если их «пропустить» через растения, они обеспечат максимальную продукцию биомассы. Не случайно в тех зонах Земли, где  $K$  близок к 1, наблюдается наиболее высокая продуктивность растительного покрова. Превышение осадков над испаряемостью ( $K > 1$ ) означает, что увлажнение избыточное: выпадающие осадки не могут полностью вернуться в атмосферу, они стекают по земной поверхности, заполняют впадины, вызывают заболачивание. Если осадки меньше испаряемости ( $K < 1$ ), увлажнение недостаточное; в этих условиях обычно отсутствует лесная растительность, биологическая продуктивность низка, резко падает величина стока, в почвах развивается засоление.

Надо заметить, что величина испаряемости определяется в первую очередь запасами тепла (а также влажностью воздуха, которая, в свою очередь, тоже зависит от термических условий). Поэтому отношение осадков к испаряемости можно в известной мере рассматривать как показатель соотношения тепла и влаги, или условий тепло- и водообеспеченности природного комплекса (геосистемы). Существуют, правда, и другие способы выражения соотношений тепла и влаги. Наиболее известен индекс сухости, предложенный М. И. Будыко и А. А. Григорьевым:  $R/Lr$ , где  $R$  — годовой радиационный баланс,  $L$  — скрытая теплота испарения,  $r$  — годовая сумма осадков. Таким образом, этот индекс выражает отношение «полезного запаса» радиационного тепла к количеству тепла, которое нужно затратить, чтобы испарить все атмосферные осадки в данном месте.

По физическому смыслу радиационный индекс сухости близок к коэффициенту увлажнения Высоцкого — Иванова. Если в выражении  $R/Lr$  разделить числитель и знаменатель на  $L$ , то мы получим не что иное, как отношение максимально возможного при данных радиационных условиях испарения (испаряемости) к годовой сумме осадков, т. е. как бы перевернутый коэффициент Высоцкого — Иванова — величину, близкую к  $1/K$ . Правда, точного совпадения не получается, поскольку  $R/L$  не вполне соответствует испаряемости, и в силу некоторых других причин, связанных с особенностями расчетов обоих показателей. Во всяком случае, изолинии индекса сухости также в общих чертах совпадают с границами ландшафтных зон, но в зонах избыточно влажных величина индекса получается меньше 1, а в аридных зонах — больше 1.

<sup>1</sup> См.: Иванов Н. Н. Ландшафтно-климатические зоны земного шара// Записки Геогр. об-ва СССР. Нов. серия. Т. 1. 1948.

От соотношения тепла и увлажнения зависит интенсивность многих других физико-географических процессов. Однако зональные изменения тепла и увлажнения имеют разную направленность. Если запасы тепла в общем нарастают от полюсов к экватору (хотя максимум несколько смещен от экватора в тропические широты), то увлажнение изменяется как бы ритмически, образуя «волны» на широтной кривой (см. рис. 10). В качестве самой первичной схемы можно наметить несколько главных климатических поясов по соотношению теплообеспеченности и увлажнения: холодные влажные (к северу и к югу от 50°), теплые (жаркие) сухие (между 50° и 10°) и жаркий влажный (между 10° с. ш. и 10° ю. ш.).

Зональность выражается не только в среднем годовом количестве тепла и влаги, но и в их режиме, т. е. во внутригодовых изменениях. Общеизвестно, что экваториальная зона отличается наиболее ровным температурным режимом, для умеренных широт типичны четыре термических сезона и т. д. Разнообразны зональные типы режима осадков: в экваториальной зоне осадки выпадают более или менее равномерно, но с двумя максимумами, в субэкваториальных широтах резко выражен летний максимум, в средиземноморской зоне — зимний максимум, для умеренных широт характерно равномерное распределение с летним максимумом и т. д.

Климатическая зональность находит отражение во всех других географических явлениях — в процессах стока и гидрологическом режиме, в процессах заболачивания и формирования грунтовых вод, образования коры выветривания и почв, в миграции химических элементов, в органическом мире. Зональность отчетливо проявляется в поверхностной толще океана (табл. 1).

Географическая зональность находит яркое выражение в органическом мире. Не случайно ландшафтные зоны получили свои названия большей частью по характерным типам растительности. Не менее выразительна зональность почвенного покрова, которая послужила В. В. Докучаеву отправным пунктом для разработки учения о зонах природы, для определения зональности как «мирового закона».

Иногда еще встречаются утверждения, будто в рельефе земной поверхности и геологическом фундаменте ландшафта зональность не проявляется, и эти компоненты называют «азональными». Делить географические компоненты на «зональные» и «азональные» неправомерно, ибо в любом из них, как мы увидим в дальнейшем, сочетаются как зональные черты, так и аazonальные (мы пока не касаемся последних). Рельеф в этом отношении не составляет исключения. Как известно, он формируется под воздействием так называемых эндогенных факторов, имеющих типично аazonальную природу, и экзогенных, связанных с прямым или косвенным участием солнечной энергии (выветривание, деятельность ледников, ветра, текучих вод и т. д.). Все процессы второй группы имеют зональный характер, и создаваемые ими формы рельефа, называемые скульптурными

Т а б л и ц а 1. Некоторые показатели зональности Мирового океана

Широта		Тепловой баланс (МДж/м <sup>2</sup> год)					Средняя температура воды на поверхности, °С	Водный баланс, см			
		суммарная радиация	радиационный баланс	затраты на испарение	турбулентный теплообмен	внутренний теплообмен		осадки	испарение	баланс влаги	Соленость, ‰
Северная	70–60°	2890	960	–1380	–670	1090	2,9	–	–	–	32,87
	60–50	2850	1210	–1630	–670	1090	6,1	105,0	57,4	47,6	33,03
	50–40	3770	2140	–2220	–590	670	11,2	114,0	86,3	27,7	33,91
	40–30	5280	3470	–3600	–540	670	19,1	96,2	121,2	–25,0	35,30
	30–20	6530	4730	–4400	–370	40	23,6	81,5	141,1	–59,6	35,71
	20–10	6870	4980	–4140	–250	–590	26,4	124,7	148,8	–24,1	34,95
Южная	10–0°	6570	4820	–3350	–170	–1300	27,3	193,0	127,0	66,0	34,58
	0–10°	6700	4820	–3520	–170	–1130	26,7	119,3	134,2	–14,9	35,16
	10–20	6700	4730	–4350	–210	–170	25,2	98,6	162,1	–63,5	35,52
	20–30	6240	4230	–4180	–290	220	22,1	83,5	144,2	–60,7	35,71
	30–40	5360	3440	–3350	–380	290	17,1	87,5	128,4	–40,9	35,25
	40–50	3890	2390	–2300	–380	290	9,8	105,6	95,1	10,5	34,34
	50–60	2800	1170	–1300	–330	460	3,1	91,5	62,2	29,3	33,95

(в отличие от структурных, обусловленных тектоникой и вулканизмом), распределяются на Земле зонально, что доказано трудами многих отечественных и зарубежных геоморфологов.

Достаточно напомнить о специфических формах рельефа ледяной зоны (нагорные ледниковые равнины, ледниковые шапки, ледниковые потоки, снежные заструги и др.), тундры (термокарстовые впадины, бугры пучения, солифлюкционные и торфяные бугры и др.), степи (овраги, балки, просадочные западины), пустыни (эоловые формы разных типов, бессточные солончаковые впадины, конусы выноса у подножий гор). В лесных зонах обилие осадков и интенсивный сток способствуют развитию эрозии и плоскостного смыва, но лесная растительность сдерживает эти процессы, поэтому преобладают мягкие формы рельефа с пологими склонами. Процессы зарастания озер ведут к нивелированию рельефа и формированию болот. Болотам присущи своеобразные мезо- и микроформы (бугры, гряды и др.). В тайге, кроме того, широко распространены реликтовые формы ледниковой и водно-ледниковой аккумуляции.

Даже такие, казалось бы, «азональные» процессы, как карстообразование и формирование морских берегов, подчинены закону зональности, т. е. протекают неодинаково в разных зонах. Например, карстовые формы особенно энергично развиваются во влажных тропиках, а также в средиземноморской зоне. В тайге не наблюдается такой полноты развития этих форм, как в двух предыдущих зонах,

а в тундре условия для карстовых процессов еще менее благоприятны; в пустынях карст также мало распространен и обычно сочетается с интенсивным механическим выветриванием.

В строении земной коры также сочетаются аazonальные и зональные черты. Если изверженные породы имеют безусловно аazonальное происхождение, то осадочная толща формируется под непосредственным влиянием климата, почвообразования, стока, органического мира и не может не носить на себе печати зональности. Известный специалист в области литогенеза (осадкообразования) Н. М. Страхов показал, что на всем протяжении геологической истории осадкообразование неодинаково протекало в разных зонах. Например, в арктических и антарктических условиях накапливается обломочный несортированный материал (морена); в пустынях откладываются обломочные породы и соли; в зонах гумидных (с достаточным и избыточным увлажнением) литогенез особенно разнообразен, причем он неодинаково протекает в условиях холодного, умеренного, субтропического и экваториального климата (достаточно, например, напомнить о торфообразовании в тайге).

Действие закона зональности наиболее полно сказывается в той части эпигеосферы, где солнечная радиация вступает в непосредственное взаимодействие с ее веществом, т. е. в сравнительно тонкой активной пленке, которую иногда называют собственно ландшафтной сферой. Отсюда влияние зональности постепенно затухает по направлению к внешним пределам эпигеосферы, однако косвенные ее проявления прослеживаются далеко по обе стороны поверхности суши и гидросферы.

Благодаря проникновению воздуха и воды по трещинам горных пород, а также через отложение горных пород, в которых аккумулируется солнечная энергия, косвенные следствия зональности проникают на значительную глубину в литосферу. Исследования Н. И. Толстихина показали, что зональность обнаруживается в свойствах глубоко залегающих артезианских вод. Прежде всего это выражается в изменении их температуры по широте: глубина изотермических поверхностей (т. е. поверхностей, характеризующихся одинаковой температурой) возрастает в северном полушарии с юга на север. Так, артезианские воды с температурой 20°C в Каракумах залегают на глубине нескольких десятков метров, а на юге Западной Сибири — на глубине 650 — 700 м, в Центральной Якутии — 900 м и более. Воды с температурой 0°C в Забайкалье встречены на глубине менее 100 м, в Центральной Якутии — 150 — 200 м, а в Хатангском бассейне — лишь на глубине 400 — 600 м.

На одной и той же глубине, но на разных широтах артезианские воды отличаются по минерализации и составу растворенных солей. Горизонты пресных вод встречаются только в зонах избыточного и достаточного увлажнения и могут достигать там мощности 200— 300 м и даже 500 м, причем на Крайнем Севере они заморожены. В зонах сухого климата они отсутствуют или имеют незначительную



мощность. Все это свидетельствует о том, что воды глубоких (до 1000 м и более) толщ литосферы связаны через питание и испарение с процессами, происходящими на ее поверхности.

В Мировом океане зональность ярко выражена в поверхностной толще, но даже на океаническом ложе она косвенно проявляется в характере донных илов, имеющих преимущественно органическое происхождение.

Однородный состав и большая подвижность воздуха атмосферы способствуют сглаживанию зональных различий с высотой, но свойства всей тропосферы можно считать зональными, поскольку они формируются под воздействием подстилающей поверхности суши и океанов. Что касается верхних слоев атмосферы, расположенных за пределами географической оболочки, то они формируются в результате непосредственного взаимодействия потока солнечной радиации с газами атмосферы. Поэтому здесь в отличие от тропосферы температура с высотой не понижается, а повышается.

Итак, зональность — подлинно универсальная географическая закономерность, проявляющаяся во всех ландшафтообразующих процессах и в размещении геосистем на земной поверхности. Однако ее нельзя рассматривать как некий простой отпечаток современного климата. Анализ явлений зональности требует генетического подхода. Зоны не возникают мгновенно, они имеют свой возраст и свою историю. Они существовали на Земле, очевидно, еще в архее, но современные зоны не имеют ничего общего с зонами архея или палеозоя. Современная зональная структура складывалась в основном в кайнозое. Наибольшей древностью отличается экваториальная зона, которая существовала на той же территории уже, во всяком случае, до начала неогена. С приближением к полюсам картина зональности становится все менее стабильной. Зоны умеренных и полярных широт претерпели сильные преобразования на протяжении неогена и четвертичного периода. Основные направления их развития связываются с аридизацией и похолоданием.

Особенно существенные трансформации системы ландшафтных зон происходили в связи с материковыми оледенениями. Как известно, процессы оледенения имели колебательный характер; ледниковые эпохи сменялись межледниковьями. В эпоху своего максимального развития ледяные зоны в обоих полушариях охватили площадь примерно в 40 млн. км<sup>2</sup> (в настоящее время — 14 млн. км<sup>2</sup>). Наступание и отступление материковых льдов сопровождалось широтными смещениями границ других зон, которые измерялись тысячами километров. Ритмические смещения зон в умеренных и высоких широтах продолжают и в послеледниковое время. В частности, был по крайней мере один период, когда таежная зона местами продвинулась до северной окраины Евразии (первичная зона тайги возникла в Сибири в миоцене или плиоцене). Зона тундры в современных границах существует только в последние тысячелетия.

Основной непосредственной причиной смещения зон служат мак-

роклиматические изменения, которые, в свою очередь, могут быть связаны с астрономическими факторами (колебания солнечной активности, изменение положения оси вращения Земли, изменчивость приливообразующей силы в результате взаимного перемещения тел в системе Земля — Луна — Солнце). Вслед за климатом должны перестраиваться другие компоненты геосистем, но вследствие присущей каждому из них степени инерционности изменения компонентов происходят с разной скоростью. Еще Л. С. Берг указывал, что растительность и почвы не успевают за климатом. Поэтому на территории «новой» зоны в течение более или менее длительного времени могут сохраняться реликтовые почвы и растительные сообщества (например, степные реликты в современной тайге).

Наибольшей инерцией отличаются самые консервативные компоненты ландшафта — рельеф и особенно геологическое строение. Формы рельефа и горные породы, созданные при иных зональных условиях, также входят в новую зону в качестве реликтов. Так, ледниковые формы рельефа в современной тайге достались ей «в наследство» от некогда бывшей здесь ледяной зоны. Еще долговечнее горные породы — они могут сохраняться на протяжении многих миллионов лет. Вот почему, глядя на геологическую карту, мы никакой зональности не обнаружим: на эту карту наложились результаты зональных процессов многих геологических периодов, когда зоны были совсем не такими, как сейчас. Если геологическую карту расчленить по отдельным возрастным «слоям», получится иная картина: для каждой конкретной геологической эпохи можно восстановить картину зон того времени, и каждой зоне будут присущи свои типы осадочных пород, ибо в одно и то же время в разных зонах могли откладываться и каменная соль, и каменный уголь, и ледниковые наносы, и красноцветные отложения пустынь. Историко-генетический подход к зональности заставляет нас прийти также к выводу о невозможности найти такой универсальный климатический показатель, который мог бы объяснить все зональные явления и совпадал бы со всеми зональными границами. Коэффициенты, выражающие *современные* соотношения тепла и влаги, могут лишь в самых общих чертах соответствовать зональным рубежам, которые представляют результат сложного исторического процесса.

#### **Азональность, секторность и системы ландшафтных зон**

Еще В. В. Докучаев не мыслил себе природные зоны в виде идеально правильных полос, ограниченных параллелями. Он говорил, что природа — не математика, и зональность — это лишь схема, или закон. Впоследствии, по мере более подробного исследования ландшафтных зон, обнаружилось, что они далеко не всегда имеют вид сплошных полос и нередко разорваны; одни зоны (например широколиственных лесов) развиты только в периферических частях материков, другие (например пустыни, степи), напротив, тяготеют

к внутренним районам; границы зон местами приобретают направление, близкое к меридиональному (например в центре Северной Америки) . Наконец, в пределах одной и той же зоны могут наблюдаться большие физико-географические контрасты (сравните, например, тайгу в Западной и Восточной Сибири), а в горах широтные зоны как будто вовсе исчезают: вместо них появляются зоны вертикальные (или высотные пояса).

Подобные факты поставили некоторых географов в тупик; в 30-е годы появились высказывания о том, что зональность — это вовсе не всеобщий географический закон, а лишь частный случай, характерный для отдельных равнин, и что ее научное и практическое значения преувеличены.

В действительности же различного рода нарушения или отклонения широтной зональности не опровергают ее универсального значения, а лишь говорят о том, что она проявляется неодинаково в различных условиях — на суше и в океане, на равнинах и в горах, в приокеанических и внутриконтинентальных частях материков и т. д. Всякий природный закон по-разному действует в различных условиях. Даже простейший закон, гласящий о том, что вода закипает при 100° С, действует только при строго определенном давлении атмосферы. Стоит чуть изменить давление, и появятся «нарушения», или «отклонения», которые тоже закономерны, но кажутся нам незакономерными только до тех пор, пока мы не выяснили их причин.

В природе одновременно действует много законов. Факты, на первый взгляд не укладывающиеся в теоретическую модель зональности с ее строго широтными и сплошными зонами, свидетельствуют о том, что зональность — не единственная географическая закономерность и только ею невозможно объяснить всю сложную природу физико-географической дифференциации.

В ходе тектонического развития Земли ее поверхность дифференцировалась, она характеризуется не только зональными, но и *азональными закономерностями*, в основе которых лежит проявление внутренней энергии Земли.

Самое главное выражение аazonальной дифференциации состоит в делении земной поверхности на материковые выступы и океанические впадины, т. е. на сушу и Мировой океан. Суша занимает 29 % поверхности, а океаны — 71 %, причем соотношения их очень неравномерны в разных частях эпигеосферы. Известно, что материки сосредоточены большей частью в северном («материковом») полушарии. В этом состоит одно из проявлений полярной асимметрии географической оболочки. В соответствии с большей материковостью северного полушария ландшафтные зоны суши выражены в нем полнее и типичнее, чем в южном.

В силу различия физических свойств твердой поверхности и водной толщи (различная теплоемкость и отражающая способность, неограниченные запасы воды и интенсивный теплообмен в океане) над ними формируются разные воздушные массы — континенталь-

ные и морские соответственно. Возникает континентально-океанический перенос воздушных масс, который как бы накладывается на общую (зональную) циркуляцию атмосферы и сильно ее усложняет. Достаточно напомнить о муссонах — мощных воздушных потоках, которые летом устремляются с океана на более нагретую сушу, а зимой — в обратном направлении.

Положение территории в системе континентально-океанической («азональной») циркуляции атмосферы становится одним из важных факторов физико-географической дифференциации. По мере удаления от океана в глубь материка, как правило, уменьшается повторяемость морских воздушных масс, возрастает континентальность климата, уменьшается количество осадков.

Дополнительным фактором перераспределения тепла оказываются морские течения, обусловленные главным образом общей циркуляцией атмосферы, но в большой степени зависящие от расположения материков и их конфигурации. Там, где проходят холодные течения, поверхность океана ежегодно теряет до 2500 МДж/м<sup>2</sup> и более тепла, что превышает или равноценно затратам тепла на испарение. В умеренных широтах Атлантического океана за счет теплого течения поверхность океана дополнительно получает более 1000, а местами более 3000 МДж/м<sup>2</sup>. Через циркуляцию атмосферы морские течения оказывают сильное влияние на температурные условия и увлажнение прилегающих частей континентов (в частности, холодные течения не только понижают температуру воздуха, но усугубляют сухость климата, что особенно ярко выражено в сферах влияния Перуанского, Бенгельского, Калифорнийского течений).

Температурный эффект континентально-океанического переноса воздушных масс особенно резко выражен зимой, когда суша сильно выхолаживается и над материками возникают сезонные максимумы давления. В это время приокеанические районы, подверженные вторжениям морских воздушных масс (главным образом западная периферия материков в поясе западного переноса), значительно теплее внутриконтинентальных территорий. Так, разница между средними январскими температурами западной Скандинавии и внутригорных впадин Северо-Востока Сибири, лежащих на одной параллели, достигает 47° С (рис. 11). Летом в глубине материка теплее, но различие не так велико; например, в Центральной Якутии на 4 — 5° С теплее, чем на западном побережье Скандинавии.

Обобщенное представление о степени океанического влияния на температурный режим материков дают показатели континентальности климата. Существуют различные способы количественного выражения континентальности. Наиболее удачный показатель предложил Н. Н. Иванов в 1959 г. Этот показатель рассчитывается по формуле

$$K = \frac{A_r + A_c + 0,25 D_o}{0,36\varphi + 14} 100,$$

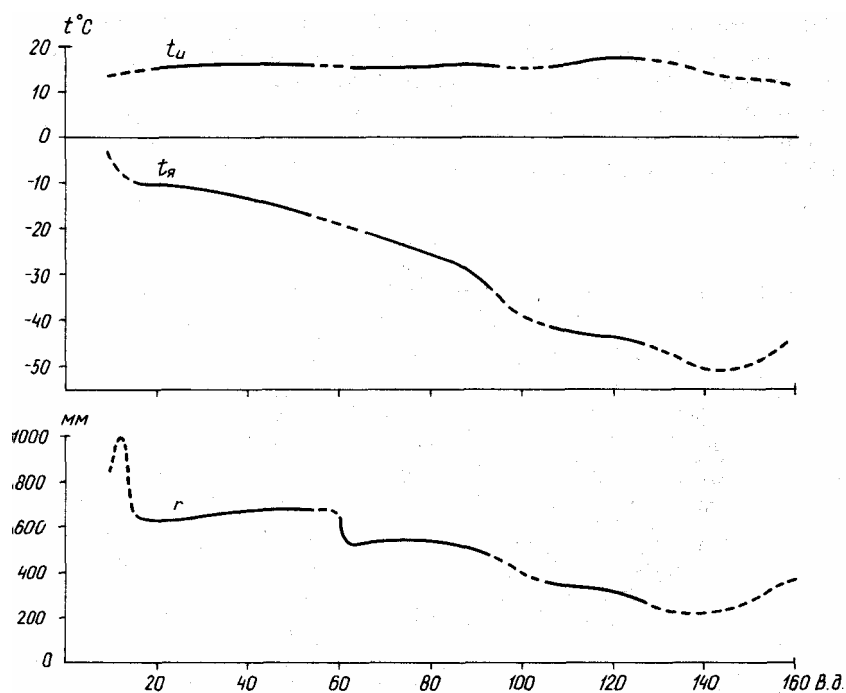


Рис. 11. Изменения климата по долготе в таежной зоне (разрез по параллели 64° с. ш.):  $t_u$  — средняя температура июля,  $t_я$  — средняя температура января,  $r$  — годовое количество осадков. Пунктирные линии проведены в горных областях

где  $K$  — континентальность в процентах от средней планетарной величины (которая принята за 100 %);  $A_g$  — годовая амплитуда температуры воздуха;  $A_c$  — суточная амплитуда температуры воздуха;  $D$  — недостаток относительной влажности воздуха в самый сухой месяц;  $f$  — широта пункта.

Весь диапазон континентальности климата для земного шара разбит автором на 10 ступеней (или поясов континентальности):

	Климат	$K$ , %
1.	Крайне океанический	менее 48
2.	Океанический	48-56
3.	Умеренно-океанический	57-68
4.	Морской	69-82
5.	Слабо-морской	83-100
6.	Слабо-континентальный	100-121
7.	Умеренно-континентальный	122-146
8.	Континентальный	147-177
9.	Резко континентальный	178-214
10.	Крайне континентальный	более 214

На схеме обобщенного континента <sup>1</sup> (рис. 12) пояса континентальности климата располагаются в виде концентрических полос неправильной формы вокруг крайне континентального ядра. Последнее расчленено относительно менее континентальной экваториальной зоной на два массива (в каждом полушарии). На любой широте континентальность климата изменяется в широких пределах.

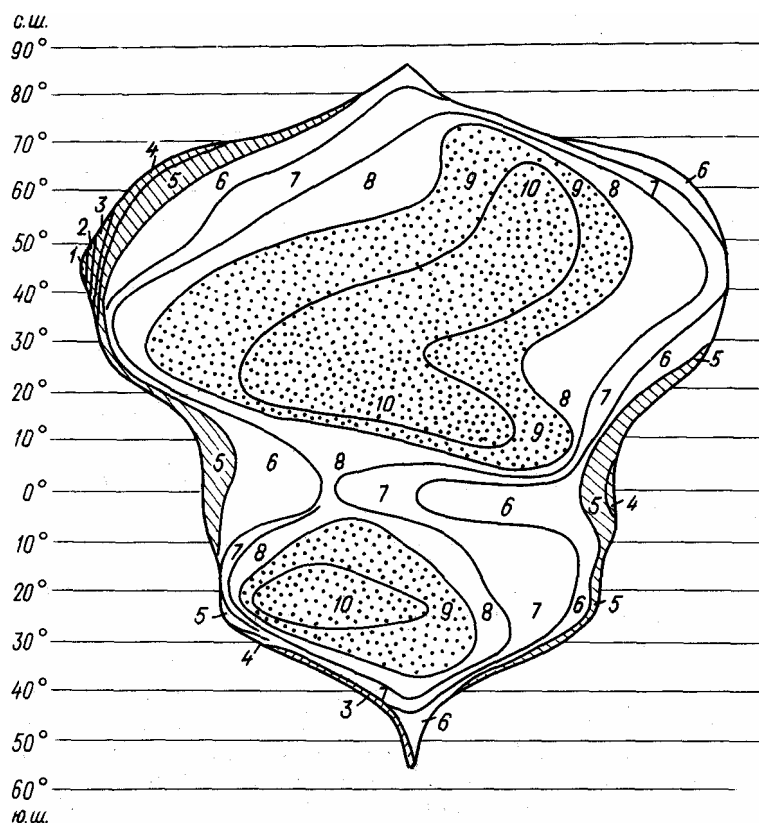


Рис. 12. Пояса континентальности на обобщенном континенте:  
1 — 10 — пояса континентальности климата по Н. Н. Иванову

Из общего количества осадков, выпадающих над материками, равного 103 тыс. км<sup>3</sup>/год, адвективные осадки составляют 37 тыс. км<sup>3</sup>/год, а 66 тыс. км<sup>3</sup>/год выпадает за счет испарения с суши. По мере продвижения в глубь суши морские воздушные массы теряют влагу, оставляя большую часть ее на периферии материков, в осо-

<sup>1</sup> На схеме изображена вся суша (без Антарктиды), собранная в единый массив путем суммирования площадей материков по широтным поясам.

бенности на обращенных к океану склонах горных хребтов. В пределах тайги наблюдаются 3 — 4-кратные различия в количестве осадков между приатлантическими и внутриматериковыми ландшафтами (см. рис. 11) . Еще контрастнее ситуация в субтропических и тропических широтах: обильные муссонные осадки на востоке и крайняя сухость в центральных и западных областях, подверженных воздействию континентального пассата.

Кроме тепла и влаги с воздушными потоками из океана на сушу поступают различные соли. Этот процесс, названный Г. Н. Высоцким импультверизацией, служит важнейшей причиной засоления многих аридных областей.

Ландшафтно-географические следствия континентально-океанической циркуляции воздушных масс чрезвычайно многообразны. Уже давно было замечено, что по мере удаления от океанических побережий в глубь материков происходит закономерная смена растительных сообществ, животного населения, почвенных типов. В. Л. Комаров в 1921 г. назвал это явление меридиональной зональностью. В настоящее время принят термин *секторность*. Секторность — такая же всеобщая географическая закономерность, как и зональность. Между ними заметна некоторая аналогия. Однако если в широтно-зональной смене природных явлений важную роль играют как теплообеспеченность, так и увлажнение, то главным фактором секторности служит увлажнение. Запасы тепла изменяются по долготе не столь существенно, хотя и эти изменения играют определенную роль в дифференциации физико-географических процессов.

В. Л. Комаров считал, что следует различать на материках три «меридиональные зоны» — западную, центральную и восточную. Впоследствии А. И. Яунпутинь разделил подобным же образом материки на три физико-географических сектора. При более внимательном изучении секторности оказалось, что в разных широтных поясах она выражена неодинаково. Наиболее полный спектр секторных переходов наблюдается в умеренных широтах Евразии, что обусловлено огромной протяженностью суши (почти на 200 по долготе) и особенностями циркуляции атмосферы. Благодаря постоянному притоку океанических воздушных масс на западе, господству континентального воздуха в Восточной Сибири и Центральной Азии и муссонной циркуляции на восточной периферии материка здесь хорошо выражены три основных долготных сектора. Однако в силу наличия как бы ступенчатых переходов между ними намечается несколько отчетливых промежуточных секторов, так что общее число секторов составляет не менее семи (рис. 13) .

В поясе пассатов, где господствуют ветры с восточной составляющей, пустыни простираются от центра материка вплоть до западных побережий и влажный западный приокеанический сектор выпадает. Только на восточной окраине суши благодаря муссонам появляются лесные ландшафты. Таким образом, секторная структура тропиче-





ториальных и экваториальных широтах секторность выражена слабее, но отнюдь не исчезает. Для экваториальной зоны характерен слабый горизонтальный перенос воздушных масс; благодаря мощной конвекции над сушей выпадают обильные осадки. Однако и здесь имеются области с пониженным увлажнением и повышенной континентальностью климата (Восточная Африка).

В полярных областях секторные физико-географические различия мало проявляются вследствие господства довольно однородных воздушных масс, низких температур и избыточного увлажнения.

Между зональностью и секторностью существуют сложные соотношения и в определенной степени взаимообусловленность. Было бы неверным трактовать секторность как просто долготную дифференциацию. Дело в том, что континентально-океанический обмен воздушных масс может иметь не только долготную, но и широтную (или субширотную) направленность. В тех случаях, когда морские воздушные массы поступают на сушу с севера или с юга, эффект секторности накладывается на зональность, усиливая или ослабляя скорость зональных смен ландшафтов.

Так, охлаждающее действие Северного Ледовитого океана выражается в сильном понижении летних температур на северной окраине Евразии и Северной Америки. Широтный температурный градиент в пределах тундры в 10 — 20 раз выше, чем в пределах тайги, летние изотермы располагаются почти параллельно береговой линии, да и сама южная граница тундры в общих чертах повторяет очертания северных побережий материка. Это говорит о том, что хотя тундра — явление бесспорно зональное, ее южные пределы (как и северная граница тайги) в значительной мере обусловлены влиянием холодного океана.

Иная картина наблюдается на юго-востоке Азии, где пассат с Индийского океана, по существу превращаясь летом в океанический муссон, проникает далеко к северу от экватора и приносит теплый и влажный воздух, который оттесняет тропические пустыни и вызывает продвижение к северу влажных тропических лесов и саванн (см. рис. 13).

Чаше, однако, секторная дифференциация направлена вкrest простирания широтных ландшафтных зон, т. е. сектора секут различные зоны. Следствием этого обстоятельства является то, что каждая зона претерпевает более или менее существенные трансформации при переходе из одного сектора в другой. Примером может служить таежная зона Евразии, которая представлена специфическими «отрезками» в умеренно-континентальном Восточно-Европейском секторе, типично континентальном Западно-Сибирском, крайне континентальном Восточно-Сибирском и т. д. Другой пример — лесостепная зона в Восточно-Европейском и Западно-Сибирском секторах. Для многих зон границы секторов оказываются и вовсе непреодолимыми барьерами, так что их распространение ограничено строго определенными секторами, например субтропическая влажнолесная зона

приурочена к Восточно-Азиатскому муссонному сектору, а зоны пустынь не выходят за пределы резко континентальных секторов.

Ландшафтные зоны остаются непрерывными в тех случаях, когда на протяжении определенной широтной полосы сохраняются однотипные условия теплообеспеченности и увлажнения; секторные изменения континентальности климата выражаются в формировании долготных (секторных) вариантов зоны (как это имеет место в тайге). Если же в одной широтной полосе с одинаковой теплообеспеченностью наблюдаются резкие изменения увлажнения от сектора к сектору, происходит смена зон, и в этом случае широтная полоса складывается из разных зон — аналогов по теплообеспеченности.

примером может служить «цепочка» субтропических зон, вытянутых приблизительно между 30 и 40° с. ш.: средиземноморская, западный отрезок субтропической семиаридной переходной зоны (с лесостепными, степными, полупустынными ландшафтами), субтропическая пустынная, восточный отрезок семиаридной переходной зоны и субтропическая влажнолесная зона (см. рис. 13).

Поскольку протяженность секторов по долготе в ряде случаев накладывает ограничения на распространение ландшафтных зон, такие зоны оказываются «укороченными», вплоть до того, что «длина» (т. е. долготная протяженность) оказывается у них короче «ширины» (широтной протяженности). Хрестоматийный пример — степная зона Северной Америки, о которой нередко говорят как о «меридиональной зоне». В действительности это, конечно, «нормальная» широтная зона, но она стеснена на западе и на востоке границами внутриматерикового сектора (а на западе еще и горным барьером). В еще большей степени видимость «меридиональной» зоны присуща полупустыням Южной Америки, но эта зона «не виновата» в том, что материк Южной Америки здесь выклинивается к югу, оставляя для полупустынь слишком узкую полосу суши.

Подытоживая сказанное о взаимоотношениях между зонально-стью и секторностью, следует признать наличие не одной, а нескольких *систем ландшафтных зон*. Под системой зон имеется в виду непрерывный ряд ландшафтных зон («зональный спектр»), присущий тому или иному долготному сектору суши. Прежде всего различаются ряды континентальные и приокеанические. Первым присущи зоны пустынь разных поясов, полупустынь, степей; в других зонах наблюдаются черты сухости и континентальности (таежной зоне здесь свойственны крайне суровая зима, развитие многолетней мерзлоты, светлохвойных лиственничных лесов, признаки остепнения). Для приокеанических систем типичны лесные зоны разных широтных поясов. При этом западный и восточный ряды зон существенно различаются между собой. Восточная периферия материков отличается наиболее обильным и равномерным по широте увлажнением, тогда как на западе резко выражен аридный участок в тропических

широтах; еще контрастнее и в целом ариднее широтный ряд увлажнения в континентальных секторах (рис. 14) <sup>1</sup>.

Отмеченные особенности зональных спектров отчетливо проявляются в различных физико-географических показателях и процессах, например в испаряемости (рис. 15), запасах фитомассы (рис. 16) и биологической продуктивности (рис. 17).

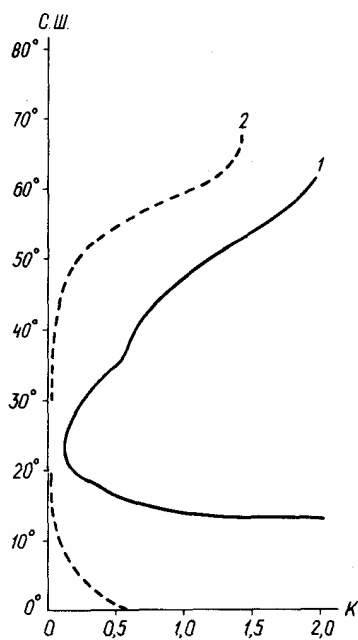


Рис. 14. Зональные изменения годового коэффициента увлажнения Высоцкого — Иванова (К) в разных секторах Евразии и Северной Африки. Секторы. 1 — приатлантические, 2 — континентальные

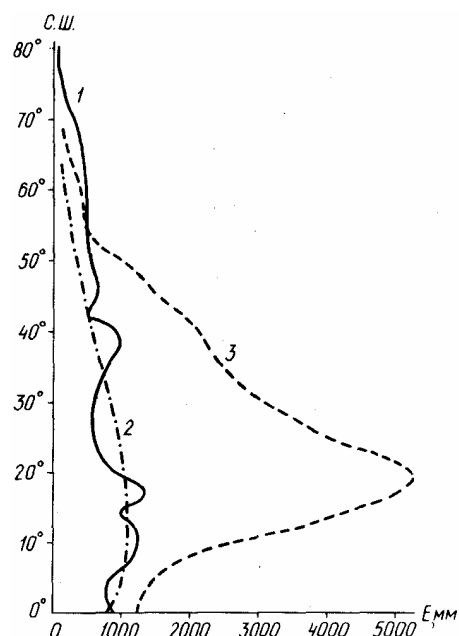


Рис. 15. Зональное изменение годовой величины испаряемости (Е) в разных секторах Евразии и Северной Африки. Секторы: 1 — приатлантические, 2 — притихоокеанские, 3 — континентальные

Между тремя основными системами ландшафтных зон естественно существуют постепенные переходы, причем в переходных секторах чаще всего наблюдаются наиболее сложные наборы зон за счет клинообразного «переслаивания» зон, присущих как континентальному ряду, так и приокеаническому. Так, в умеренно-континентальный сектор Восточной Европы, где расположена Русская равнина, с запада заходят, постепенно сужаясь, подтаежная и широколи-

<sup>1</sup> На рис. 14 кривая коэффициента увлажнения в притихоокеанском секторе не показана, так как ее широтные различия очень невелики (большой частью колеблются в пределах 2,0 — 3,0) и сильно затушевываются местными орографическими влияниями.

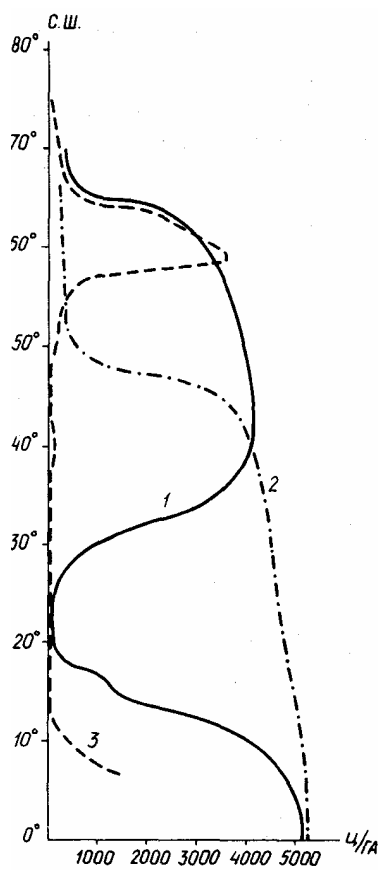


Рис. 16. Зональное изменение запасов фитомассы в разных секторах Евразии и Северной Африки

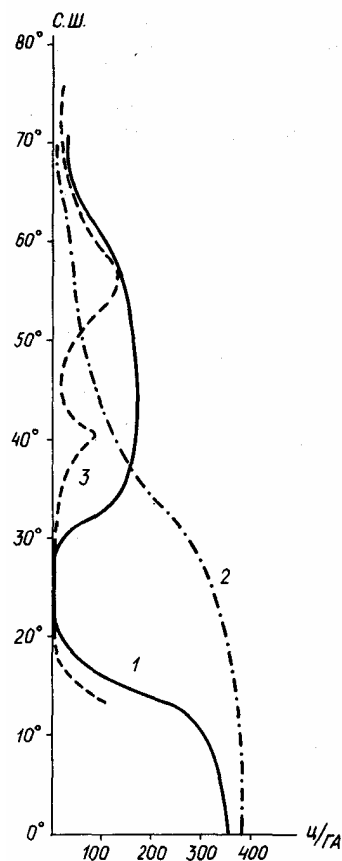


Рис. 17. Зональное изменение продуктивности растительного покрова в разных секторах Евразии и Северной Африки. Обозначения те же, что на рис. 15

ственнолесная зоны (последняя выклинивается на Урале), а с востока — зоны лесостепи, степи и полупустыни, присущие континентальным секторам и постепенно сходящие на нет в западном направлении (см. рис. 13).

Рассматривая кривые зонального распределения различных показателей (см. рис. 8 — 10, 14 — 17), можно заметить, что их широтные градиенты меняют свой знак, образуя «волны» на кривых. Иначе говоря, в ходе зональных явлений обнаруживается определенная пространственная ритмичность. При этом ритмичность различных показателей не однозначна, их максимумы и минимумы могут не совпадать. Далее, бросается в глаза неодинаковая выраженность

ритмов в разных системах зон: наиболее резко они выражены в континентальных рядах ландшафтных зон и сильно сглаживаются в восточном приокеаническом ряду.

В качестве общей закономерности следует отметить усиление активности природных процессов с увеличением увлажнения и ослабление — с его уменьшением на фоне возрастающей по направлению к экватору теплообеспеченности. Хорошим показателем этой закономерности может служить широтная кривая биологической продуктивности (рис. 17). Для нее типичны два максимума — главный на экваторе и вторичный в умеренных широтах — и резкий минимум в тропиках. Такой ход процессов хорошо прослеживается в приатлантической и континентальной системах зональности (в последней местами проявляется небольшая третья, субтропическая, волна повышенной интенсивности). В восточном приокеаническом ряду, где повсеместно нет недостатка во влаге, интенсивность функционирования геосистем довольно плавно растет от полюса к экватору, не обнаруживая каких-либо ритмов.

### **Высотная поясность и орографические факторы ландшафтной дифференциации**

Следующий важный фактор физико-географической (ландшафтной) дифференциации после зональных и секторных изменений теплообеспеченности и увлажнения — *высота суши над уровнем моря*. Под действием этого фактора ландшафтная сфера приобретает ярусное строение: различным высотным ярусам присущи специфические классы ландшафтов. Гипсометрическое положение сказывается уже в равнинных ландшафтах — при колебаниях абсолютной высоты в пределах первых сотен метров. До определенного предела возрастание высоты не вызывает в ландшафтах исчезновения типичных признаков «своей» зоны. Выше этого предела в них появляются черты, свойственные соседней, более северной (для северного полушария) зоне, и по мере дальнейшего нарастания высот происходит смена ландшафтных поясов, до некоторой степени аналогичная последовательности расположения широтных ландшафтных зон. Эта закономерность известна как *высотная поясность* (или вертикальная зональность). Высотная поясность лишь очень условно может рассматриваться как аналог широтной зональности.

Причиной высотной поясности является изменение теплового баланса с высотой. Но природа температурных изменений по высоте и широте имеет принципиально различный характер. Величина солнечной радиации с высотой не уменьшается, а *увеличивается* примерно на 10% с поднятием на каждые 1000 м. Это обусловлено уменьшением мощности и плотности атмосферы и резким убыванием содержания водяного пара и пыли, а следовательно, сокращением потерь радиации на поглощение и отражение в атмосфере. (При этом солнечная радиация на большой высоте распределяется равномернее в течение года, а состав ее изменяется за счет увеличения

доли ультрафиолетовых лучей.) Однако длинноволновое излучение земной поверхности растет с высотой еще быстрее, чем инсоляция. В результате радиационный баланс быстро уменьшается и температура воздуха падает. Вертикальный температурный градиент в сотни раз превышает горизонтальный (широтный), так что на протяжении нескольких километров по вертикали можно наблюдать физико-географические изменения, равноценные перемещению с экватора в ледяную зону.

Условия увлажнения также существенно изменяются по мере поднятия в горы, но эти изменения по своей направленности и интенсивности не совпадают с широтно-зональными. Влагосодержание воздуха с высотой сильно уменьшается. Выпадение осадков в горах обязано барьерному эффекту рельефа. Под влиянием горных барьеров происходит восходящее движение воздушных масс, усиливается конденсация влаги и количество осадков начинает возрастать, но лишь до известного предела: по мере истощения запасов влаги увеличение осадков сменяется уменьшением. Уровень максимальных осадков очень изменчив, обычно в сухих областях он выше, чем во влажных. Так, в Альпах он расположен на высоте около 2000 м, на Кавказе — около 2400 — 3000 м, в Тянь-Шане — около 3000— 4000 м. Поскольку выпадение осадков в горах связано с накоплением и восхождением воздушных масс перед склонами хребтов, наветренные склоны могут получать влаги во много раз больше, чем подветренные. Распределение осадков в горах характеризуется исключительной пестротой в зависимости от орографических особенностей (взаимное расположение хребтов, экранирующая роль одних хребтов по отношению к другим, экспозиция склонов, расчлененность и т. д.). Абсолютная высота, таким образом, играет лишь косвенную роль в увеличении количества осадков.

Между высотными поясами и широтными зонами, как правило, существует только чисто внешнее сходство — преимущественно в растительном покрове, да и то далеко не всегда. Многим высотным поясам (например альпийским лугам, высокогорным холодным пустыням Тибета и Восточного Памира) вообще невозможно найти широтно-зональные аналоги. С другой стороны, такие зональные образования, как пустыни пассатного пояса, не имеют аналогов в горах. Высотные пояса отличаются от широтных зон многими структурно-функциональными особенностями. Не говоря уже о разреженности воздуха и своеобразии циркуляции атмосферы, которая с высотой все меньше зависит от влияния подстилающей поверхности и сезонных колебаний температуры и давления, можно отметить специфические геоморфологические процессы (обвалы, селе- и лавинообразование), несходство горных ледников и ледяных покровов полярных зон, укороченность и неразвитость профиля горных почв и др.

Высотно-поясной ряд не есть простое, как бы сжатое, зеркальное отражение системы широтных ландшафтных зон. Если бы такое

соотношение существовало в природе, то во всех горных странах, лежащих к югу от тайги, например в горах центральноазиатских пустынь, следовало ожидать появления на той или иной высоте горнотаежного пояса. В действительности этого не происходит, и во многих горных странах лесные пояса вообще отсутствуют.

В результате изучения высотной поясности в различных горных системах Земли обнаружилось большое многообразие высотно-поясных спектров, или систем поясности. Число возможных наборов высотных поясов намного превосходит число существующих систем широтных зон. Разнообразие систем высотной поясности определяется положением горных поднятий в той или иной ландшафтной зоне и в определенном физико-географическом секторе, а кроме того, орографическими особенностями горной системы.

Каждой ландшафтной зоне свойствен особый *тип высотной поясности*, т. е. свой поясной ряд, характеризуемый числом поясов, последовательностью их расположения, высотными границами. С приближением к экватору возможное число поясов увеличивается, структура поясного ряда изменяется, вертикальные пределы одних и тех же поясов смещаются вверх. Эти закономерности удобно проследить на примере какого-либо меридионального хребта, пересекающего различные ландшафтные зоны, каким является, в частности, Уральский хребет (рис. 18).

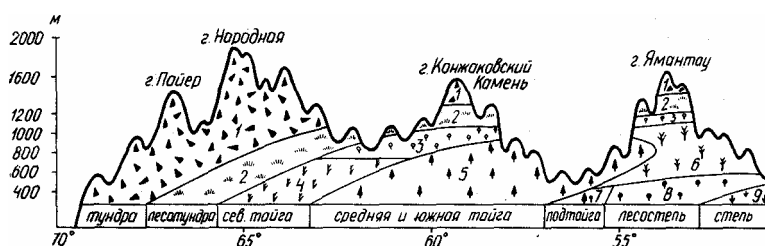


Рис. 18. Схема высотной поясности западного склона Уральского хребта: 1 — голыцы, 2 — горная тундра, 3 — горные березняки и луга, 4 — горная лесотундра и редколесье, 5 — горная темнохвойная тайга, 6 — горная светло-хвойная тайга, 7 — горная подтайга, 8 — горные широколиственные леса, 9 — горная лесостепь.

В орографически более сложных горных системах, расположенных на стыке различных ландшафтных зон, наблюдается более пестрая картина, но и в таких случаях всегда можно установить несколько типичных спектров высотной поясности, которые соответствуют тем или иным ландшафтным зонам. Примером может служить Кавказ, где выделяется 6 — 7 основных (зональных) высотнопоясных рядов.

В каждом физико-географическом секторе высотная поясность имеет свои особенности, зависящие от степени континентальности климата, интенсивности и режима увлажнения. Пояс альпийских

лугов, например, присущ приокеаническим секторам и не развит в континентальных, где его замещает горная тундра. Горнотепной пояс, напротив, развит только в континентальных секторах. Каждому сектору свойствен специфический полный спектр поясов, который можно наблюдать в низких широтах. По мере перемещения в более высокие широты из этого спектра последовательно выпадают нижние пояса и вертикальные рубежи поясов постепенно снижаются. Так, в южной части Сихотэ-Алиня, расположенной в дальневосточной широколиственнолесной зоне, высотный спектр представлен поясами широколиственных лесов (до 500 м), смешанных кедрово-широколиственных лесов (до 800 — 900 м), горной темнохвойной тайги (до 1300 — 1500 м); на самых высоких вершинах (не достигающих 2000 м) намечаются фрагменты поясов редколесья из каменной березы, стлаников и горных тундр. Но уже в средней части хребта (на восточном склоне у 47° с. ш.) нижний пояс выклинивается и высотный ряд начинается с пояса смешанных лесов, а в северной части Сихотэ-Алиня роль основания высотно-поясного ряда переходит к горной темнохвойной тайге. На Камчатке выпадают все три перечисленных пояса и «первый этаж» образует пояс каменноберезняков; еще далее на север к самому основанию гор спускается пояс стлаников, который в зоне широколиственных лесов соответствует высокогорному ярусу.

Если теперь проследить смену структур высотной поясности вдоль какой-либо одной зоны, то окажется, что зональный тип поясности представлен различными секторными вариантами, которые отличаются главным образом не числом поясов, а их характером. Так, в пределах всех горных ландшафтов, относящихся к таежному типу поясности, общая схема поясного ряда единообразна, но в каждом поясе обнаруживаются специфические секторные черты. Нижний, горнотаежный пояс на западе и на востоке евразийской тайги представлен темнохвойными лесами, а в Восточной Сибири светлохвойными (лиственничными). В поясе редколесий и стлаников на западе растут угнетенные формы темнохвойных деревьев и березовые криволесья, в Восточной Сибири — лиственничные редколесья и кедровый стланик, а на Дальнем Востоке — каменноберезняки, сменяющиеся выше кедровником и ольховником. Верхний ярус повсеместно образован горными тундрами и гольцами.

Наконец, описанные зонально-секторные закономерности размещения высотно-поясных рядов сильно усложняются орографией. Само собой разумеется, что полнота развития присущего данной зоне и данному сектору «спектра» высотных поясов зависит от высоты гор: в низких и средневысотных горах верхние члены высотнопоясного ряда могут отсутствовать.

Наряду с абсолютной высотой важнейшим фактором ландшафтной дифференциации гор служит *экспозиция склонов*, связанная с общим простираанием горного поднятия. Различаются два типа экспозиции — солярная, или инсоляционная, и ветровая, или цирку-



ляционная. Первая означает ориентировку склонов по отношению к странам света (и соответственно к солнечному освещению), вторая — по отношению к воздушным потокам.

От солярной экспозиции зависит тепловой, а также водный режим склонов. Южные склоны прогреваются сильнее, чем северные, испарение на них протекает более интенсивно, следовательно, при прочих равных условиях они должны быть суше. На южных склонах границы высотных поясов обычно сдвинуты вверх по сравнению с северными. Контраст между противоположными солярными экспозициями особенно хорошо заметен в горах, расположенных на стыке ландшафтных зон. Так, на юге Забайкалья северные склоны (сивера) часто покрыты лесом, тогда как южные (солнопеки) заняты степью. Влияние солярной экспозиции в умеренных широтах сказывается сильнее, чем в полярных и тропических. В высоких широтах во время полярного дня почти равномерно освещаются склоны всех экспозиций, в низких широтах Солнце стоит настолько высоко над горизонтом, что различия в инсоляции склонов разных экспозиций сглаживаются.

Ветровая экспозиция играет двоякую роль. Она может существенно обострять контрасты в термическом режиме противоположных склонов, усиливая эффект солярной экспозиции. Такая ситуация характерна для хребтов, простирающихся с запада на восток (Альпы, Крымские горы, Большой Кавказ, горы Средней Азии). Северные склоны таких хребтов подвергаются воздействию холодных воздушных масс, тогда как южные защищены от них в большей или меньшей степени. Не случайно подобные горные поднятия служат важными климаторазделами и часто их гребни образуют границы между широтными ландшафтными зонами.

Вторая сторона воздействия ветровой экспозиции на климат и ландшафты склонов связана с ориентировкой последних по отношению к источникам влаги, т. е. к путям переноса влажных воздушных масс и траекториям циклонов. В поясе западного переноса основную массу осадков получают западные склоны, в муссонном секторе — восточные. В горах Алайской системы наибольшее количество осадков выпадает на южных и юго-западных склонах передовых хребтов (главным образом Гиссарского) за счет циклонов иранского полярного фронта при перемещении последнего весной с юга на север.

Подветренные склоны гор, лежащие в барьерной, или дождевой, тени, часто подверженные влиянию фёнов, как правило, значительно суше, чем наветренные. В условиях сухого климата эффект экспозиции особенно значителен, причем наибольший контраст наблюдается на высотах, соответствующих поясу максимальных осадков — в силу того, что он хорошо выражен лишь на одном (наветренном) склоне. В Северном Тянь-Шане этот пояс лежит приблизительно между 1500 — 3000 м над уровнем моря, и в его пределах на северных и западных склонах появляются темнохвойные леса, которые на противо-

положных экспозициях отсутствуют. Книзу и кверху различия в степени увлажнения наветренных и подветренных склонов сглаживаются, но не исчезают, что находит свое отражение, в частности, в положении границ высотных поясов. В Тянь-Шане, например, экспозиционные различия в высоте снеговой границы достигают 800 — 1000 м.

Если хребты широтного или субширотного простирания подчеркивают и усиливают зональные контрасты, то меридиональные поднятия, такие, как Уральский хребет или горы Тихоокеанского кольца, нередко формируют рубежи физико-географических секторов. Таким образом, контрастное распределение зональных типов высотной поясности и их секторных вариантов в значительной степени подчиняется общему плану орографического строения суши. Так, Уральские горы разделяют Восточно-Европейский умеренно-континентальный и Западно-Сибирский типичный континентальный секторы; соответственно на западном макросклоне хребта развита высотная поясность, типичная для первого сектора, а на восточном — для второго. В частности, там, где Урал пересекает лесостепную зону, на западном склоне появляются пояса широколиственных и темнохвойных лесов, на восточном же склоне эти пояса выпадают.

Сложное сплетение различных высотно-поясных рядов наблюдается в крупных горных поднятиях, расположенных на стыках различных зон и секторов, например на Кавказе, в Алтайско-Саянской горной стране и др.

Дополнительными факторами разнообразия и пестроты высотнопоясной дифференциации служат другие орографические особенности горных систем. В сложных системах, состоящих из ряда параллельных хребтов, внешние хребты находятся в более благоприятных условиях увлажнения, чем внутренние. Замкнутые внутригорные депрессии характеризуются более сухим и континентальным климатом и более аридным характером высотнопоясного спектра, чем горные склоны. В условиях крайне континентального климата с частой повторяемостью антициклонального состояния атмосферы и температурных инверсий во внутригорных котловинах может возникнуть инверсия горных поясов, т. е. обратная последовательность их смены по высоте. В некоторых таежных котловинах Восточной Сибири днище и прилегающие склоны заняты комплексами тундрового или лесотундрового типа, а выше появляется пояс горной тайги.

Итак, влияние высотной поясности на ландшафтную дифференциацию гор тесно переплетается с действием ряда других факторов. Особо следует подчеркнуть, что хотя высотная поясность по своей природе азональна (поскольку ее предпосылкой служат тектонические движения, создающие горы), свои конкретные формы она приобретает под влиянием широтной зональности и секторности, и вне этого влияния рассматривать ее нельзя.

### **Высотная ландшафтная дифференциация равнин. Ярусность и барьерность на равнинах и в горах**

Влияние гипсометрического положения на дифференциацию равнинных ландшафтов было замечено уже давно. Еще в начале нашего столетия Г. Н. Высоцкий писал, что на юге Русской равнины повышение местности влияет до некоторой степени так же, как переход из более сухой и теплой климатической зоны в более влажную и холодную. Известно, что на возвышенностях выпадает больше осадков, чем на низменностях, что в лесостепной зоне возвышенности сильнее облесены, чем низменности, и к ним чаще приурочены оподзоленные и выщелоченные разности черноземов.

Температура воздуха на равнинах, так же как и в горах, падает с высотой. Вертикальный температурный градиент не вполне одинаков в разных районах, он колеблется, кроме того, в зависимости от времени года и других условий, но в среднем близок к  $0,5 — 0,6^{\circ}$  С. Это означает, что разница высот в 200 м приведет к понижению средней температуры воздуха на  $1^{\circ}$  С или несколько больше. Такого понижения температуры недостаточно для появления высотной по-ясности, но оно может сказаться в некотором смещении границ широтных зон. Действительно, границы ландшафтных зон нередко имеют волнистую форму: на возвышенностях они смещаются к югу, а на низменностях — к северу. Однако такой случай не является правилом: известны примеры противоположного рисунка границ, свидетельствующие о том, что на равнинах абсолютная высота не оказывает решающего влияния на форму зональных рубежей и здесь надо искать другие причины.

Гипсометрический фактор на равнинах играет в основном косвенную роль в ландшафтной дифференциации. Равнины низкого уровня, как правило, отличаются молодым рельефом аккумулятивного происхождения, их поверхность слабо расчленена, сложена рыхлыми наносами, слабо дренируется, уровень грунтовых вод лежит близко к поверхности. Возвышенные равнины характеризуются более древним рельефом, преобладанием денудационных процессов, более или менее значительным расчленением, интенсивным естественным дренажем, глубоким залеганием зеркала грунтовых вод.

Указанные различия имеют существенное ландшафтообразующее значение. Так, в условиях избыточного увлажнения (в таежной зоне) низменности, получающие за год на 100 — 200 мм осадков меньше, чем возвышенности, фактически переувлажнены по сравнению с последними вследствие затрудненного стока, а также дополнительного поступления влаги со склонов соседних возвышенностей. В результате именно на таежных низменностях (например, Молого- Шекснинской, Верхнесухонской и многих других) интенсивно развито заболачивание, тогда как на возвышенностях болот мало. С другой стороны, таежные возвышенности часто служат проводниками к северу элементов более южных ландшафтов, хотя термические

условия здесь, казалось бы, менее благоприятны из-за более низких летних температур и сокращения вегетационного периода. На Валдайской возвышенности, например, дубовые леса идут дальше на север, чем на прилегающих низменностях, что можно объяснить лучшим дренажем, меньшей опасностью заморозков (холодный воздух стекает вниз по склонам). Таким образом, при общем избытке атмосферного увлажнения возвышенности способствуют смещению зональных границ не к югу, а к северу.

В условиях неустойчивого атмосферного увлажнения, что типично для лесостепной зоны, эффект увеличения количества осадков совпадает с влиянием рельефа и это приводит к своеобразному результату — продвижению широколиственных лесов как на север, так и на юг. Распространению лесной растительности и соответствующих почв благоприятствует расчлененный рельеф, лучший дренаж, что способствует, в частности, выщелачиванию из почв легко растворимых солей. Эти особенности возвышенностей выгодно контрастируют с заболоченностью слабодренированных низин на севере и засоленностью на юге. Существенную роль, кроме того, играет состав материнских пород, но об этом факторе в дальнейшем будет идти речь особо.

Итак, на равнинах достаточно отчетливо выражены два высотных уровня, или яруса, ландшафтной дифференциации. Граница между ними не может быть однозначно определена какой-либо единой цифрой. На Русской равнине она в среднем лежит на абсолютной высоте около 170 — 180 м. На высоких равнинах появляется необходимость в дополнительном ярусном расчленении (в форме переходных ярусов или подъярусов), особенно в случае появления первых признаков высотной поясности.

Ярусность можно определить как всеобщую географическую закономерность, свойственную всем ландшафтам, как равнинным, так и горным. По отношению к ней высотная поясность имеет как бы частный, или подчиненный, характер, и не только потому, что она специфична только для гор, но и вследствие того, что по своему географическому содержанию поясность — более узкое и менее комплексное понятие, чем ярусность. Если высотная поясность связывается только с климатообразующим значением рельефа, то в представлении о ярусности учитывается его более всесторонняя ландшафтообразующая роль. Отчасти мы имели возможность убедиться в этом на примере ландшафтов равнин, теперь остается рассмотреть сущность ландшафтной ярусности гор.

Изменения по вертикали в горах обнаруживаются не только в климате, но и в строении земной поверхности. В традиционном делении гор на низкие, средневысотные и высокие отражаются три основные ступени, связанные с этапами формирования горного сооружения, возрастом отдельных его частей, интенсивностью тектонических движений, а также характером экзогенного расчленения. В этих ступенях выражаются изменения одновременно по высоте

и по направлению от периферии горного сооружения к его центральной, осевой части.

Периферию крупных горных поднятий образуют предгорья и невысокие передовые хребты или отроги главных цепей; в условиях гумидного климата они обычно имеют мягкие очертания, в аридных областях сильно расчленены временными водотоками и окаймляются предгорными пролювиальными шлейфами. Для среднегорья наиболее типично глубокое эрозийное расчленение, высокогорье характеризуется нивальной и ледниковой обработкой, резкими альпийскими формами, наличием современных ледников. Ступенчатость, или ярусность, очень часто проявляется и в геологическом строении гор, в последовательной смене толщ, различных по возрасту и петрографическому составу пород, по степени дислоцированности. Хороший пример представляет Большой Кавказ. Его нижняя, периферическая, часть складывается преимущественно неогеновыми относительно слабо смятыми песчано-глинистыми отложениями и конгломератами, которые и образуют низкогорный ярус. Далее последовательно сменяют друг друга все более древние и более дислоцированные толщи — палеогеновые, мезозойские, палеозойские. Наиболее высокая осевая часть хребта в западной части сложена древнейшими массивно-кристаллическими породами.

Отмеченные три основные ступени можно рассматривать и как климатические ярусы. Климат низкогорий тесно связан с атмосферной циркуляцией над прилегающими равнинами. В этой части наших южных гор (до высоты 500 — 600 м) сказывается влияние вторжений холодных воздушных масс с севера. В среднегорном ярусе в наибольшей степени проявляются восхождения воздушных масс, обострение фронтов, контрастность климатов противоположных экспозиций; именно в этом ярусе наветренные склоны получают максимальное количество осадков. Высокогорные хребты (на Кавказе выше 2000 — 2500 м, в Средней Азии выше 2500 — 3000 м) находятся в сфере воздушных течений свободной атмосферы; подстилающая поверхность не оказывает существенного влияния на климат, и последний мало зависит от циркуляции атмосферы в приземных слоях над прилегающими равнинами.

Ландшафтные ярусы гор не тождественны высотным поясам, но между ними существуют определенные соотношения. Нижнему ярусу, как правило, соответствует первый (самый нижний) высотный пояс. В среднегорном ярусе характер поясности наиболее сложный и разнообразный, здесь на одной и той же высоте могут чередоваться фрагменты разных поясов, но обычно для среднегорий каждой ландшафтной зоны типичен тот или иной пояс или же сочетание поясов. Например, для среднегорий таежной зоны характерен пояс редколесий, криволесий и стлаников, для зоны широколиственных лесов — горнотаежный пояс, для пустынной зоны умеренного пояса — горностепной пояс с фрагментами лесного на наветренных склонах. В высокогорном ярусе условия для формирования высо-

тных поясов более однообразны, но в его нижней части (нижнем подъярусе) еще сказывается влияние зонального и секторного положений гор; в зависимости от этого здесь могут быть представлены ландшафты горных тундр, горных лугов, высокогорных пустынь и некоторые другие. Теоретически (если позволяет высота гор) все ряды высотной поясности должны заканчиваться горноледниковым поясом.

Таким образом, представление о ярусности имеет подлинно комплексное ландшафтно-географическое содержание, оно более емкое, чем понятие «высотная поясность». В отличие от высотных поясов, которые часто имеют фрагментарный характер и узко ограниченное региональное распространение, ландшафтные ярусы имеют универсальное значение при ландшафтном делении горных стран и обеспечивают сравнимость горных ландшафтов при их классификации. Ландшафтные пояса должны приурочиваться к определенным ярусам. С ландшафтоведческой точки зрения, например, мало смысла рассматривать темнохвойные леса Северного Урала, Центрального Алтая и южного склона Гималаев в качестве фрагментов единого горнотаежного пояса. Помимо чисто внешнего сходства в растительности названные три примера не имеют ничего общего. Североуральская горная тайга относится к типичным низкогорьям подзоны северной тайги и не поднимается выше 400 — 600 м над уровнем моря, темнохвойнолесной пояс Алтая принадлежит к среднегорьям степной зоны (между 1400 — 1600 и 1800 — 2100 м н. ур. м.), а в Гималаях темнохвойные леса поднимаются почти до 4000 м (в Сино-Тибетских горах — до 4300 м) и составляют элемент высокогорного «этажа» муссонных тропических ландшафтов. Даже по растительному покрову здесь обнаруживается весьма относительное сходство, поскольку он образован разными видами и имеет различные структурные особенности.

Трехъярусное ландшафтное деление гор — лишь типовая схема, которая может детализироваться. Во многих случаях внутри ярусов хорошо обособляются подъярусы. Надо заметить, что каких-либо стандартных высотных пределов для тех или иных ярусов не существует. Они зависят от зонального положения гор, от истории их развития, геологического строения и других региональных особенностей.

Из всего изложенного ясно, что как в горах, так и на равнинах дифференцирующий эффект абсолютной высоты трудно отделить от влияния других аazonальных факторов. Прямое влияние абсолютной высоты на характер ландшафтов передается лишь через изменение термических условий с высотой. Помимо этого можно говорить о косвенной роли гипсометрического фактора и прежде всего о *барьерном эффекте*, или барьерности. Нам уже приходилось сталкиваться с этим явлением, поскольку его влияние тесно переплетается в прямом действии абсолютной высоты при формировании высотных ландшафтных поясов. Напомним, что распределение осадков

на склонах гор есть следствие существования препятствий на путях движения воздушных масс в виде горных барьеров.

Однако влияние горных барьеров сказывается и на ландшафтах предгорных равнин. Предвосхождение воздушных масс, накапливающихся перед горным барьером, начинается нередко еще за сотни километров до хребта; в результате на обширной площади равнин, примыкающих к горному поднятию с наветренной стороны, наблюдается увеличение осадков (например в Колхиде, западном Предкавказье, Приуралье). По другую сторону хребтов, напротив, часто на большом удалении от хребтов наблюдается фёновый эффект, уменьшение облачности, пониженное количество осадков. В первом случае образуются *ландшафты барьерного подножья*, во втором — *ландшафты барьерной тени* (по терминологии, предложенной А. И. Яунпутнием).

Одним из примеров может служить обширная (протяженностью более 200 км с запада на восток) Иссык-Кульская котловина (рис. 19). Абсолютная высота днища котловины изменяется мало и со-

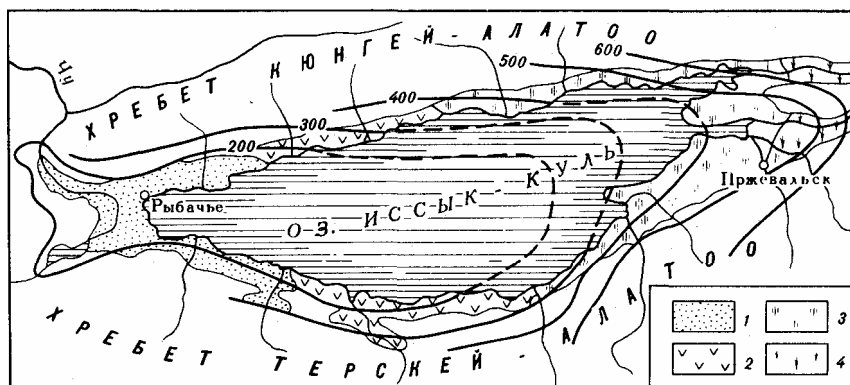


Рис. 19. Ландшафты Иссык-Кульской котловины:

1 — пустынные ландшафты с серо-бурыми почвами, 2 — полупустынные ландшафты со светло-бурыми почвами, 3 — сухостепные ландшафты с темно-бурыми почвами, 4 — степные ландшафты с черноземовидными почвами. Изотермиями показаны годовые суммы осадков (мм)

ставляет в среднем около 1700 мм (урез воды оз. Иссык-Куль 1608 м). Западный угол котловины лежит в барьерной тени, он получает около 200 мм осадков и представляет собой каменистую полынную пустыню (с участием солянок, терескена и др.) на серо-бурых почвах. Восточная часть котловины расположена в условиях барьерного подножья, с запада на восток происходит быстрое увеличение количества осадков, и ландшафты приобретают сначала полупустынный характер, затем сухостепной и, наконец, степной и лугово-степной.

Повышение увлажнения на предгорных равнинах степной и пус-

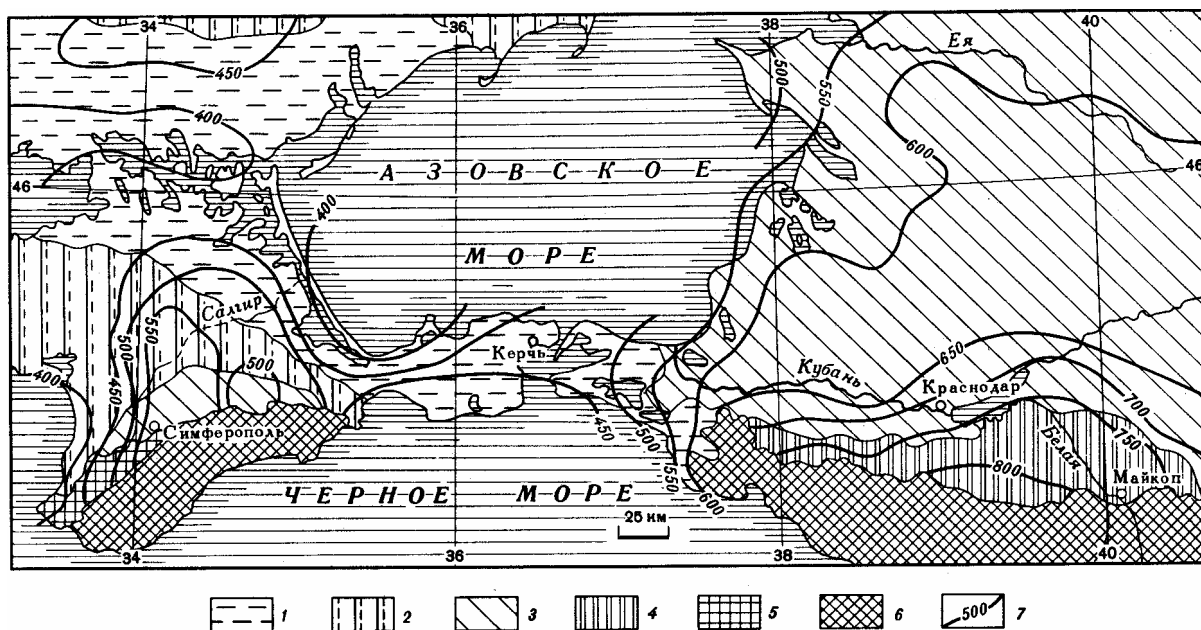


Рис. 20. Барьерная инверсия ландшафтных зон на Крымском полуострове и в Западном Предкавказье:  
 1 — сухие (южные) степи, 2 — типичные степи, 3 северные степи, 4 — предгорная лесостепь, 5 — предгорные субсредиземноморские ландшафты, 6 горы, 7 — годовые изогеты (мм)



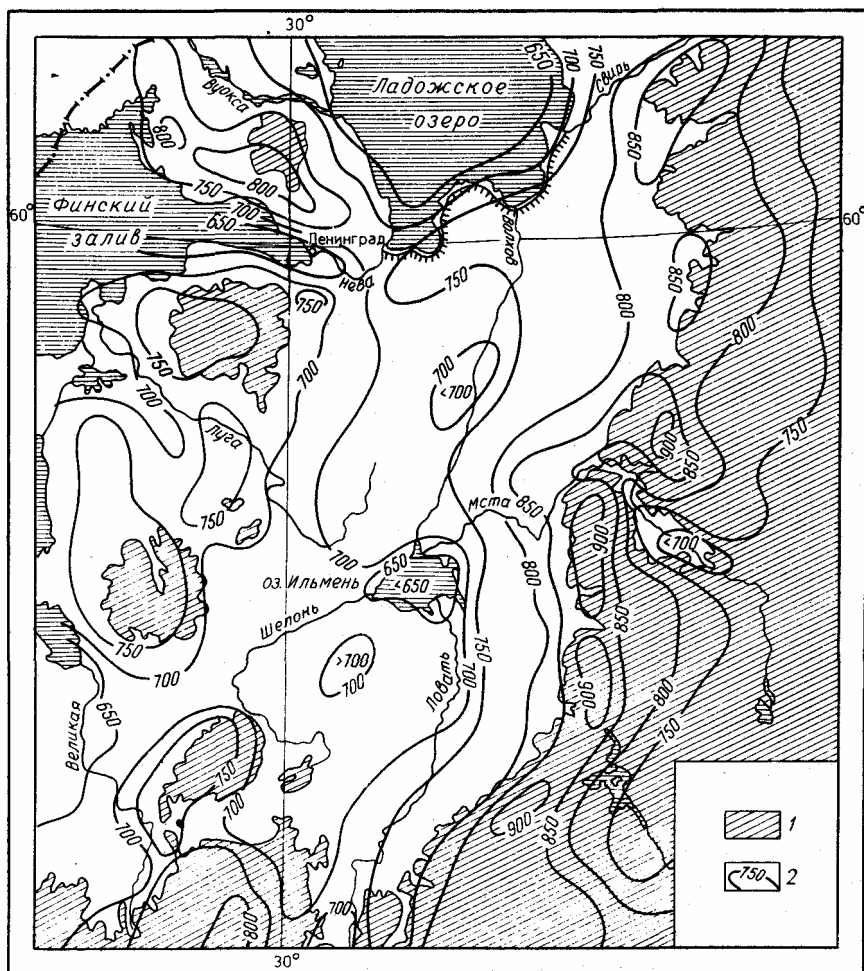


Рис. 21. Распределение средних годовых осадков на Северо-Западе Русской равнины в зависимости от рельефа:  
1 — возвышенности выше 100 м над уровнем моря, 2 — годовые изогеты (мм)

тынной зон обуславливает сдвиг зональных границ к югу и даже своеобразную барьерную инверсию ландшафтных зон, т.е. обратную последовательность их смены. Подобная картина наблюдается на равнинах степного Крыма и восточного Приазовья. Примерно по линии Перекопский перешеек — север Азовского моря — низовья Дона проходит как бы ось атмосферного увлажнения, от которой оно возрастает как к северу (в соответствии с общей зональной закономерностью), так и к югу (в связи с барьерным воздействием Большого Кавказа и Крымских гор). Поэтому к югу от «оси» наблюдается

смена ландшафтов от сухих степей до лесостепи как бы в виде зеркального отражения нормальной зональной схемы (рис. 20). Очень постепенное (от 0 до 200 м) повышение самой равнины не играет при этом существенной роли.

Ранее отмеченный факт увеличения количества осадков на возвышенностях в сравнении с низменностями является проявлением того же барьерного эффекта. Примечательно, что это увеличение наблюдается на наветренных склонах возвышенностей, а также на прилегающих участках соседних низменностей (рис. 21). В некоторых случаях, переваливая через невысокие возвышенности, воздушные массы, еще содержащие значительное количество влаги, оставляют часть ее на верхних участках подветренных склонов, где также может отмечаться повышенное количество осадков<sup>1</sup>.

### **Структурно-петрографические факторы и морфоструктурная дифференциация**

При всем разнообразии рассмотренных факторов механизм их влияния на формирование и дифференциацию геосистем сходен: и зональность, и секторность, и ярусность, и барьерность непосредственно проявляются в теплообеспеченности и увлажнении, а уже через них — в других природных компонентах ландшафтной сферы. Существует, однако, еще одна категория факторов, от которых в большой степени зависит пестрота и контрастность региональной структуры ландшафтной сферы: строение и вещественный состав верхних толщ литосферы. Часто именно эти факторы называют собственно азональными.

Физико-географические следствия разнообразия петрографического состава пород<sup>2</sup>, слагающих земную поверхность, чрезвычайно многообразны. Горные породы образуют субстрат ландшафта, они определяют состав минеральной массы почвы и ее важнейшие физико-химические и трофические свойства, состав элементов, участвующих в геохимическом круговороте, эдафические условия про-

<sup>1</sup> Дополнительной причиной повышения осадков на возвышенностях служит усиление расчленения поверхности и, следовательно, ее шероховатости. Этот фактор начинает действовать еще на низменностях: поверхность суши, даже низменная, более шероховата, чем водная поверхность, и способствует усилению турбулентности в движущихся воздушных массах. Поэтому на побережьях морей, а также крупных озер (например Ладожского) выпадает меньше осадков, чем на некотором удалении от них в глубь суши.

<sup>2</sup> В ландшафтоведческой литературе применительно к вещественному составу твердого фундамента ландшафта традиционно применяются термины «литологический состав», «литогенная основа» и т.п. Эта терминология страдает неточностью, ибо понятие «литология» относится только к осадочным породам. Поскольку в формировании ландшафтов участвуют и магматические породы, правильнее говорить о петрографическом составе, петрографическом фундаменте ландшафта, петрографическом субстрате и т.п.

израстания растительного покрова, не говоря уже о многих чертах рельефа, а также гидрографической сети.

Известно, например, что карбонатные породы представляют благоприятный субстрат для почвообразования, особенно на фоне кислых почв гумидных лесных ландшафтов. Богатство пород кальцием обуславливает нейтральную или даже щелочную реакцию почв, насыщенность поглощающего комплекса основаниями, повышенное накопление гумуса. Развивающиеся на карбонатных породах дерново-карбонатные почвы обладают значительно более высоким естественным плодородием, чем почвы, формирующиеся на различных бескарбонатных материнских породах. Вследствие этого и растительный покров здесь богаче. Так, Ижорское плато под Ленинградом, сложенное известняками ордовикской системы, выделяется как подтаежный «остров» в подзоне южной тайги, а также как наиболее освоенный в сельскохозяйственном отношении ландшафт в СевероЗападной таежной провинции. К этому надо добавить, что для подобных ландшафтов типичны карстовые формы рельефа, бедность поверхностных вод (вплоть до полного отсутствия гидрографической сети), жесткость и повышенная минерализация грунтовых вод.

Примером иного рода могут служить ландшафты, формирующиеся на песчаных аллювиальных или водно-ледниковых равнинах. Пески отличаются хорошей водопроницаемостью, они лучше аэрируются, чем глины и суглинки, весной быстрее подсыхают и прогреваются, так что в условиях избыточного атмосферного увлажнения должны характеризоваться более благоприятным гидротермическим режимом, чем тяжелые грунты. Однако они беднее элементами минерального питания растений. Притом, песчаные отложения обычно приурочены к крупным понижениям рельефа и часто на небольшой глубине подстилаются водоупорными породами (мореной, ленточными глинами, дочетвертичными отложениями), грунтовые воды лежат здесь неглубоко, отток влаги затруднен. Поэтому на песчаных равнинах тайги и подтайги создаются благоприятные условия для заболачивания, а на дренированных участках господствуют леса из сосны обыкновенной, менее требовательной к минеральному богатству субстрата, чем темнохвойные породы. Пески служат проводниками к югу, в пределы лесостепи, ландшафтов таежного облика — по песчаным террасам рек Суры, Цны, Воронежа.

В зоне пустынь на фоне крайнего дефицита влаги массивы эоловых песков, если они не нарушены интенсивным выпасом скота, выделяются наиболее развитым растительным покровом (в частности, для среднеазиатских пустынь типичны заросли саксаула). Это объясняется тем, что в песках на глубине 2 — 5 м образуется влажный конденсационный горизонт пресной воды (в результате испарения глубоких грунтовых вод).

Пестрота ландшафтов гор в большой степени обусловлена разнообразием горных пород в связи с геологическими структурами, к которым они приурочены. Важное значение имеют условия залегания

ния пород, их минералогический состав, устойчивость к выветриванию, трещиноватость, растворимость и другие свойства. Главная гряда Крымских гор в нижней части сложена глинистыми сланцами и песчаниками таврической свиты (нижняя юра — верхний триас), а в верхней — коралловыми известняками верхней юры. Первым соответствует низкогорный ярус, а вторым — среднегорный. Известняки слагают выровненную поверхность гряды (яйлу), круто обрывающуюся в сторону побережья Черного моря. Вследствие трещиноватости и легкой растворимости известняков атмосферные осадки уходят вглубь, образуя карстовые формы. Поверхность яйлы безводна и безлесна. Глинистые сланцы в естественных условиях облесены. Они легко разрушаются и образуют мягкие склоны, для которых очень характерны оползни. Благодаря водоупорности сланцев на линии их контакта с известняками выклиниваются подземные воды, дающие начало многочисленным источникам. Таким образом, линия, разделяющая выходы таврической свиты и верхнеюрских известняков, служит важной физико-географической границей, по обе стороны которой формируются разные ландшафты.

В своем воздействии на ландшафтную дифференциацию структурно-петрографические факторы неотделимы от роли гипсометрического положения, ориентировки крупных форм рельефа и других орографических особенностей. Все эти элементы строения и форм твердой поверхности тесно взаимообусловлены, они имеют бесспорно азональную природу и являются лишь частными признаками единого целого — *морфострукт уры*.

Под морфоструктурами понимают крупные неровности земной поверхности, созданные эндогенными (т.е. азональными) процессами, а следовательно, непосредственно связанные со строением земной коры. Различаются морфоструктуры разных порядков. Самые крупные, называемые геотектурами, соответствуют крупнейшим структурным элементам земной коры (материки, океанические впадины, срединно-океанические хребты и т.п.). К морфоструктурам более низкого порядка относятся платформенные равнины и плоскогорья, горные сооружения орогенических зон. Следующий уровень представлен отдельными возвышенностями и низменностями в пределах платформенных равнин, глыбовыми массивами или складчатыми хребтами, межгорными впадинами и т.д.

Азональная дифференциация в широком смысле слова по существу обусловлена морфоструктурным планом земной поверхности. В отличие от зональности в ней не наблюдается строго последовательного изменения признаков в каком-либо одном направлении, хотя в размещении крупнейших морфоструктур имеются свои закономерности (их выяснение не входит в задачи ландшафтоведения). Азональные различия в природе земной поверхности более контрастны, чем зональные, они создают более четкие рубежи между геосистемами, и их роль в региональной дифференциации исключительно велика.

### Соотношения зональных и аazonальных закономерностей и их значение как теоретической основы физико-географического районирования

Зональные и аazonальные закономерности универсальны для ландшафтной сферы — они проявляются в ней повсеместно, в любом географическом компоненте и в любом ландшафте. Кажущиеся нарушения или «пробелы» в системе ландшафтных зон объясняются многообразием проявления зональности как всеобщей географической закономерности, ее трансформацией в разных условиях. Не исчезает она и в горах, как это иногда представляется, но там она выражена в определенном типе поясности: каждой ландшафтной зоне присуща специфическая «надстройка» из высотных поясов. Достаточно представить себе, как изменилась бы, например, природа Большого Кавказа, если его мысленно передвинуть на место Земли Франца Иосифа или хотя бы на широту Южного Урала. Влияние зональности сказывается в самых высоких горах. Это можно проиллюстрировать на примере положения снеговой линии, т.е. высотного уровня, выше которого накопление твердых атмосферных осадков преобладает над их расходом на таяние и испарение (рис. 22). С приближением к экватору высота снеговой границы поднима-

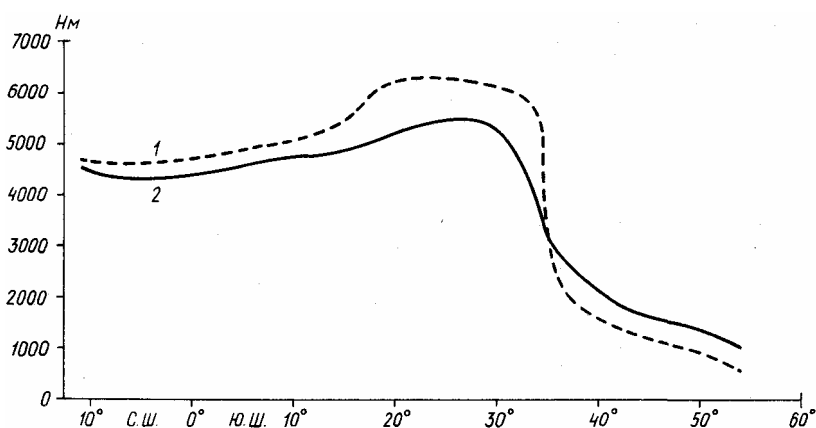


Рис. 22. Изменение высоты снеговой границы по широте в Кордильерах Южной Америки:  
1 — тихоокеанский склон, 2 — атлантический склон

ется до 5000 — 6000 м и выше, при этом на кривой, отображающей изменения высоты снеговой линии по широте, имеются характерные детали: резкий подъем в аридном тропическом поясе и заметный спад в приэкваториальных широтах. Таким образом, этот показатель в точности отражает широтные изменения соотношений тепла и увлажнения на уровне земной поверхности (сравните рис. 10).

Еще в самом конце прошлого столетия одновременно с появлением докучаевского учения о естественно-исторических зонах возникли понятия «интразональность» и «азональность». Их ввел ближайший единомышленник В. В. Докучаева Н. Н. Сибирцев. Эти понятия относились к почвам и растительным сообществам, которые формируются в специфических локальных условиях (в поймах рек, засоленных впадинах, на выходах скальных пород и т. п.). Впоследствии интразональными стали называть болота, сосновые боры на песках и в конечном счете все природные комплексы, за исключением плакорных, т. е. развивающихся на ровных или слабо наклонных местоположениях, сложенных средними по механическому составу (суглинистыми) породами и не испытывающих переувлажнения грунтовыми водами. Термин «зональный», таким образом, превращался в синоним «плакорного».

Однако трудами Г. Н. Высоцкого, Б. А. Келлера и других ученых было убедительно доказано, что почвы, растительные сообщества и географические комплексы в целом, развивающиеся на песках, каменистых грунтах, в переувлажненных местообитаниях и т.д., — это такие же зональные образования, как и плакорные, ибо все они несут на себе печать зональности. В поймах тундры, тайги или пустыни образуются совершенно различные геосистемы. То же можно сказать о песках, западинах, скалах, осыпях и многих других локальных местоположениях.

Обычно основой для сравнения и характеристики ландшафтных зон служат плакорные геосистемы. Но мы вправе сравнивать различные зоны по геосистемам неплакорным, свойственным специфическим локальным условиям. Это даже необходимо делать с тем, чтобы получить более полную картину зональности. Различного рода «интразональные» системы, например западинные, образуют как бы параллельные зональные ряды. Формирование и размещение подобных локальных геосистем связано уже с закономерностями внутриландшафтной дифференциации, и их изучение относится к морфологии ландшафта.

Понятие «интразональность» по существу утратило свое научное значение, что же касается «азональности», то в нее вкладывается смысл, отличный от первоначального. Азональность в широком смысле слова охватывает все черты региональной физико-географической дифференциации, которые обусловлены тектоническим развитием Земли. С этой точки зрения к азональности следует отнести и секторность, и высотную поясность, ибо в основе их лежит одна первичная причина — дифференциация земной коры как результат действия внутриземной энергии. Однако эта первичная причина сказывается в формировании и развитии геосистем опосредованно: в секторности она опосредована через атмосферную материковоокеаническую циркуляцию, в высотной поясности — через гипсометрический и барьерный эффект. Поэтому указанные две закономерности с физико-географической точки зрения можно рассматри-

вать как самостоятельные. Собственно же азонность, или азонность в узком смысле слова, часто относят лишь к морфоструктурно обусловленной дифференциации ландшафтной сферы.

Следует подчеркнуть, что азонность, как бы ее ни трактовать — в широком ли, в узком ли смысле, — такая же всеобщая географическая закономерность, как и зональность. Вне азонных закономерностей не может быть рассмотрено ни одно физико-географическое явление, поскольку оно не бывает свободно от влияния континентальности климата, тектонических движений, высоты над уровнем моря, структурных форм поверхности и ее вещественного состава. Зональность и азонность выступают в диалектическом единстве, ни одной из них нельзя отдать приоритет, т. е. считать одну из этих закономерностей «ведущей» или главной, а другую — «подчиненной» или второстепенной.

В известном смысле, при выяснении зональных явлений, азонность можно рассматривать как условие, точнее совокупность условий, определяющих конкретные региональные проявления зональности (например в различных ландшафтных секторах, в разных ярусах рельефа, на различных морфоструктурах). Но подобная трактовка будет очень ограниченной, так как не исчерпывает всей сущности азонности. Азонные факторы определяют характер и направленность многих природных процессов (в частности, гравитационных) и многие свойства геосистем.

В конечном счете разобраться в дифференциации отдельных природных явлений, компонентов геосистем и геосистем в целом можно только на основе совместного учета зональных и азонных факторов, их противоречивого единства. Напомним о циркуляции атмосферы, в которой есть свои зональные и азонные составляющие. Другим примером может служить глобальная картина размещения атмосферных осадков и увлажнения как соотношения осадков и испаряемости (рис. 23): зональная закономерность здесь достаточно очевидна, но одновременно увлажнение изменяется под влиянием секторности. В результате образуются как бы концентрические пояса, или зоны, увлажнения. Если к ним добавить контрасты, создаваемые горными барьерами и рельефом вообще (на рис. 23 они исключены), то мы получим достаточно сложную картину.

Еще один показательный пример — многолетняя мерзлота. Возможности ее развития и сохранения ограничены определенными зональными рамками: ее распространение исключено в относительно низких широтах, где не бывает холодной зимы. В пределах умеренного пояса она уже широко распространена, но не повсеместно, а лишь в континентальных секторах. Соотношение зональных и секторных факторов определяет своеобразное очертание южной границы многолетней мерзлоты: в приокеаническом Западно-Европейском секторе она отсутствует, в умеренно-континентальном Восточно-Европейском встречается только в тундровой зоне, в типично-континентальном Западно-Сибирском захватывает северную часть тайги, а в резко

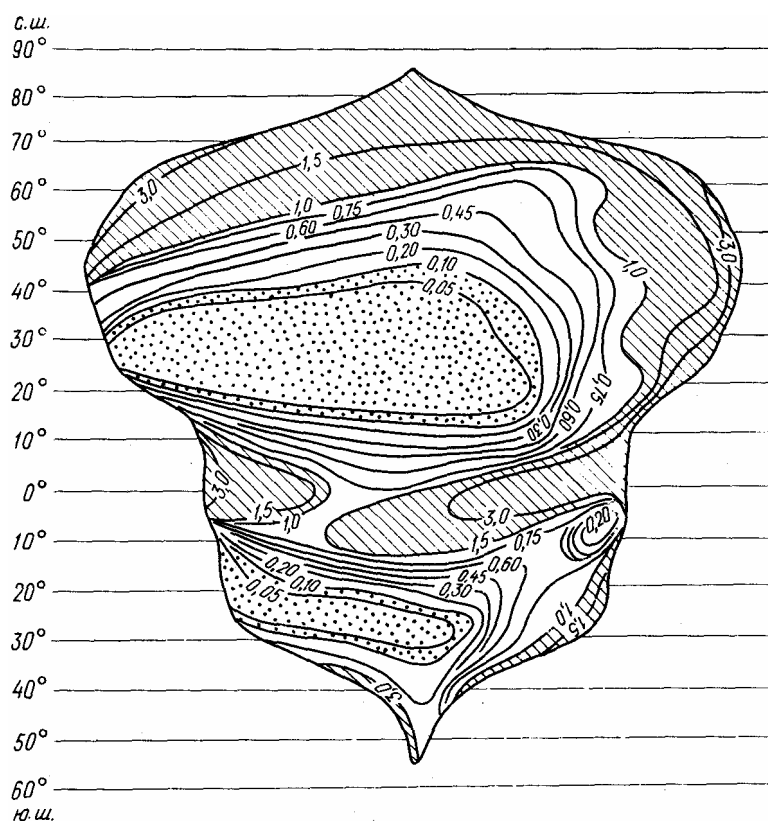


Рис. 23. Изолинии коэффициента увлажнения Высоцкого — Иванова на обобщенном континенте

и крайне континентальной Восточной Сибири распространяется не только на всю тайгу, но и заходит в степную зону.

Исследование факторов и закономерностей региональной дифференциации эпигеосферы служит отправным моментом для физико-географического районирования. Физико-географическое районирование имеет своей целью дать синтез всевозможных частных проявлений зональной и азональной дифференциации.

Как мы видим, причины региональной дифференциации многообразны, они создают множество природных рубежей, которые накладываются друг на друга. Эти рубежи разделяют территориальные единства, имеющие неодинаковую природу. В сущности каждой закономерности — зональной, секторной, ярусной и др. — отвечает своя система территориальных подразделений, и любое из этих подразделений можно рассматривать как определенную целостность.

Так, зональность находит свое конкретное, зримое выражение



в существовании ландшафтных зон и подзон, заполняющих все пространство ландшафтной сферы. Секторность «реализуется» в виде системы физико-географических секторов (и подсекторов), также сплошь выстилающих всю поверхность суши, не оставляя каких-либо разрывов. Азональность в узком смысле слова конкретизируется в существовании множества физико-географических стран (например Урал, Тибет) и областей (Полесье, Южный Урал и т.п.), на которые делится вся поверхность суши.

Таким образом, региональная структура ландшафтной сферы очень сложна, она как бы многослойна; различные системы региональных подразделений перекрываются. Можно сказать, что ландшафтная сфера полиструктурна. Каждая ландшафтная зона — вполне реальное физико-географическое образование, точно так же, как любой сектор или любая горная и равнинная страна. Они сосуществуют, не смешиваясь между собой. Однако говоря, что каждое из подобных образований представляет собой определенную физико-географическую целостность, мы должны сделать существенную оговорку: речь может идти о целостности как бы неполной, односторонней, в каждом случае она определяется с какой-либо одной точки зрения, т.е. в отношении той или иной физико-географической закономерности.

Ландшафтная зона — это лишь *зональная целостность*, но зона может быть крайне неоднородной в секторном, ярусном, морфоструктурном отношении. С другой стороны, Урал, например, представляет собой целостную азональную систему, но он принадлежит разным зонам и секторам. Следовательно, подобные крупные региональные образования не отвечают условию единства зональности и азональности<sup>1</sup>. Чтобы достичь этого единства, необходимо, очевидно, спуститься на достаточно низкий уровень региональной дифференциации, при котором сглаживаются как зональные, так и азональные различия. Иными словами, только такая территориальная единица может считаться целостной в зональном и азональном отношении, которая однородна по обоим критериям, т.е. неделима далее ни по зональным, ни по азональным признакам. Такой единицей является *ландшафт*. Внутренняя (морфологическая) неоднородность ландшафта обусловлена уже иными, чисто локальными причинами, которые нам предстоит в дальнейшем рассмотреть особо.

Ландшафт, следовательно, представляет собой предельную (наинизшую) ступень в системе физико-географического районирования. Все региональные единства более высоких рангов (включая зоны, секторы, страны и др.) можно рассматривать как объединения ландшафтов в соответствии с известными региональными закономерностями. Разработка упорядоченной системы физико-географических регионов разных категорий и уровней — сверху донизу и составляет задачу физико-географического районирования.

100 <sup>1</sup> Имеется в виду азональность в широком понимании.

## Локальная дифференциация

При последовательном анализе дифференциации эпигеосферы на природные территориальные комплексы мы подходим к некоторому естественному рубежу, за которым (т.е. ниже его) дальнейшие физико-географические различия уже не удастся объяснить действием универсальных зональных и аazonальных факторов. А между тем такие различия, наблюдаемые на небольшом протяжении (нередко всего лишь сотен или десятков метров), могут быть более контрастными, чем между двумя соседними ландшафтными зонами или секторами. В одних и тех же зональных и аazonальных условиях бок о бок располагаются сухие сосновые боры и верховые или низинные болота, безводные пустынные равнины и буйные тугайные заросли, степные склоны и лесистые балки и т.п. Здесь мы сталкиваемся с принципиально иным типом географической дифференциации, которая не связана ни с широтным распределением солнечного тепла, ни с континентально-океаническим переносом воздушных масс, ни с разнообразием структур земной коры.

Локальная, иначе топологическая или внутриландшафтная, дифференциация геосистем отличается от региональной не только территориальными масштабами своего проявления и относительно ограниченным радиусом действия дифференцирующих факторов, но прежде всего различной сущностью, или природой, последних. Если обособление геосистем регионального уровня определяется причинами планетарно-астрономического характера, *внешними* по отношению к эпигеосфере и ко всем ее территориальным подразделениям, то в основе локальной мозаики геосистем лежат *внутренние географические причины*. Локальная дифференциация — следствие функционирования и развития самих ландшафтов, процессов, внутренне присущих различным ландшафтам. Можно сказать, что локальная дифференциация есть проявление активного начала, заложенного в каждом ландшафте. Многообразие ландшафтов соответствует многообразию факторов внутриландшафтной географической дифференциации и форм, в которых она проявляется.

К наиболее активным факторам, обуславливающим мозаику локальных геосистем, относятся так называемые экзогенные геоморфологические процессы — механическое и химическое выветривание, эрозия и аккумулятивная деятельность текущих вод, карст, термокарст, дефляция, суффозия, оползни и др. Эти процессы формируют скульптуру земной поверхности, т. е. создают множество разнообразных мезо- и микроформ рельефа и, в конечном счете, элементарных участков, или *местоположений*, отличающихся по своему взаимному расположению (вершины, разные части склона, подножья, впадины и др.), относительной высоте, экспозиции, крутизне и форме склона.

При одних и тех же зональных и аazonальных условиях, т. е. в одном и том же ландшафте, происходит перераспределение солнечной

радиации, влаги и минеральных веществ по местоположениям, вследствие чего каждое местоположение будет характеризоваться специфическим микроклиматом, тепловым, водным и солевым режимами. Тем самым разные местоположения должны характеризоваться неодинаковым экологическим потенциалом, т. е. совокупностью условий *местообитания* для организмов. Благодаря избирательной способности организмов к условиям среды заселение территории происходит в строгом соответствии с этими условиями, и каждому местоположению должен соответствовать *один биоценоз*. В конечном счете в результате взаимодействия биоценоза с абиотическими компонентами конкретного местоположения формируется элементарный географический комплекс, который Л. Г. Раменский предложил называть эпифацией, а Л. С. Берг — *фацией*. Фация рассматривается как однородная геосистема и как последняя ступень физико-географического деления территории.

Необходимо подчеркнуть, что локальная дифференциация осуществляется на фоне определенных зонально-азональных условий, которые как бы создают среду для развертывания локальных процессов. Поэтому ландшафтно-географический эффект одинаковых местоположений зависит от внешней зонально-азональной среды. Склоны одной и той же экспозиции и одинаковой крутизны получают разное количество солнечной радиации в зависимости от широты; увлажнение однотипных местоположений зависит от «фоновых» количества осадков и «фоновых» же субстрата. Знак и интенсивность современных тектонических движений существенно влияют на характер процессов денудации и на формирование скульптурных форм рельефа. Морфоскульптура в значительной степени связана с морфоструктурой, и хотя в ее создании активным началом служат «экзогенные» агенты, многое зависит от «пассивного» геологического фундамента ландшафта — простираения и наклона пластов, петрографического состава и физико-химических свойств горных пород, их трещиноватости, текстуры и т. д. Таким образом, в разных ландшафтах на однотипных местоположениях формируются различные фации. Внутривидовую мозаику фаций можно рассматривать как следствие трансформации в ландшафте зонально-азонального «фона», т. е. потоков энергии и вещества внешнего происхождения. Первичный механизм этой трансформации состоит в перераспределении солнечного тепла и атмосферной влаги по местоположениям.

Количество прямой солнечной радиации зависит от экспозиции и крутизны склона. Зимой, когда солнце стоит низко над горизонтом, различия особенно существенны; при этом относительные отклонения величин прямой радиации на склонах от норм для горизонтальной поверхности возрастают с широтой (рис. 24). Однако разница в абсолютных величинах годовых сумм прямой солнечной радиации растет в противоположном направлении, т. е. с севера на юг, поскольку увеличивается продолжительность теплого периода и общая

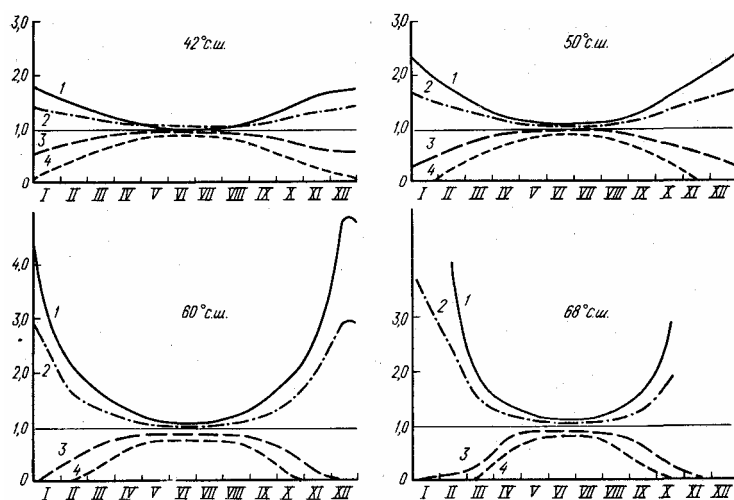


Рис. 24. Отношение средних суточных сумм прямой радиации на склонах к суммам на горизонтальной поверхности на широтах 42, 50, 60 и 68° с. ш. (Микроклимат СССР. Л., 1967):

1 — южный склон крутизной 20°, 2 — южный склон крутизной 10°, 3 — северный склон крутизной 10°, 4 — северный склон крутизной 20°. Величина прямой радиации на горизонтальной поверхности принята за 1,0

интенсивность прямой радиации. По данным Ю. А. Щербакова<sup>1</sup>, разница в количествах годовой прямой радиации, поступающей на южные и северные склоны ключевых участков, расположенных в разных зонах, составляет (в ккал/см<sup>2</sup>): в тундре 3,3; в лесотундре 13,5 — 16,8; в тайге 21,3; в лесостепи 45,8; в холодной высокогорной пустыне 61,4 (соответственно 138, 565 — 703, 892, 1918, 2570 МДж/м<sup>2</sup>).

Радиационный баланс в летние месяцы (VI — VII) на северных склонах крутизной 10 — 20° сокращается на 5 — 15 % по сравнению с горизонтальной поверхностью, а на южных увеличивается на 1 — 10 %.

Отсюда следует неодинаковая теплообеспеченность местоположений в зависимости от инсоляционной экспозиции, а также крутизны склона (табл. 2). Локальные вертикальные градиенты температур в сотни и даже тысячи раз превышают региональные (широтные, секторные, высотно-поясные) градиенты. Важно отметить, что локальные (топологические) и высотно-поясные температурные градиенты имеют противоположный знак: на местных склонах температура воздуха не понижается, а повышается от подножия к водоразделу. Так, на склоне траппового холма в Нижнем Приангарье (южная тайга)

<sup>1</sup> Влияние экспозиции на ландшафты // Ученые записки Пермского ун-та. 1970. № 240: С. 15.

Т а б л и ц а 2. Разность дневных температур ( $^{\circ}\text{C}$ ) деятельной поверхности между северным и южным склонами весной и осенью (Микроклимат СССР. Л., 1967)

Район	Крутизна, град			
	10	20	10	20
	весна		осень	
Северные районы ЕТС, Западной и Восточной Сибири (60—68° с.ш.)	2 — 3	3 — 5	3 — 4	5 — 9
Центральные районы СССР (50 — 60° с.ш.)	3	5 — 7	4 — 5	9 — 11
Южные и юго-восточные районы СССР (40 — 50° с.ш.)	3 — 4	7 — 8	5 — 6	11 — 13
Южные районы СССР с муссонным климатом (40 — 50° с.ш.)	4 — 5	8 — 11	6 — 7	13 — 15

высотой 40 — 50 м температурный градиент составляет в январе  $6,2^{\circ}\text{C}$  на 100 м высоты, в июле  $3,6^{\circ}\text{C}$ ; продолжительность безморозного периода увеличивается на 103,3 дня в расчете на 100 м высоты, сумма активных температур — на  $20 — 50^{\circ}\text{C}$ <sup>1</sup>.

Формирование температурного режима различных местоположений определяется не только инсоляционным фактором; большую роль играет стекание холодного воздуха по склонам и его застаивание в локальных понижениях.

Особенно большой сложностью отличается внутриландшафтный механизм преобразования атмосферного увлажнения. Стеkanie атмосферных осадков по склонам служит одним из главных факторов пестроты условий увлажнения, местообитаний и фаций. Величина склонового стока и ее соотношение с той частью атмосферных осадков, которая впитывается в почву, зависит от многих причин: крутизны, формы (выпуклая, вогнутая, прямая) и протяженности склона, интенсивности осадков, механического состава, фильтрационной способности и влагосодержания почво-грунта. В качестве примера приведем расчеты коэффициента склонового стока суглинистых почв по Е. Н. Романовой<sup>2</sup> (табл. 3).

Песчаные и супесчаные почвы с более высоким коэффициентом фильтрации поглощают больше атмосферной влаги, чем суглинистые, и коэффициент склонового стока у этих почв на 10 — 30% меньше. На южных склонах почвы поглощают больше влаги, чем на северных; в нижней части склонов больше, чем в верхней; на выпуклых склонах в верхней части в почву поступает больше влаги, чем в нижней, а на вогнутых — наоборот. За счет перераспределения

<sup>1</sup> См.: Крауклис А. А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения. Новосибирск, 1979. С. 67 — 68.

<sup>2</sup> См.: Романова Е. Н. Микроклиматическая изменчивость основных элементов климата. Л., 1977. С. 14. 104

**Т а б л и ц а 3. Коэффициент склонового стока для суглинистых почв разных типов в зависимости от крутизны склонов, влажности почвы и интенсивности осадков**

Крутизна склона	70 — 90% ПВ				50 — 60% ПВ				20 — 40% ПВ			
	Интенсивность дождя, мм/мин.											
	0,05	0,10	0,35 0,70	1,0— 2,0	0,05	0,10	0,35—	1,0— 2,0	0,05	0,10	0,35— 0,70	1,0— 2,0
3°	0,55	0,60	0,70	0,75	0,24	0,33	0,41	0,55	0,03	0,13	0,30	0,37
5°	0,60	0,64	0,75	0,79	0,29	0,37	0,44	0,60	0,08	0,17	0,35	0,40
7°	0,63	0,67	0,77	0,82	0,33	0,40	0,47	0,63	0,11	0,20	0,37	0,42
9°	0,65	0,69	0,78	0,84	0,35	0,43	0,49	0,66	0,14	0,23	0,39	0,44
12°	0,67	0,72	0,80	0,86	0,37	0,46	0,54	0,68	0,16	0,27	0,41	0,46
15°	0,69	0,75	0,82	0,87	0,38	0,48	0,52	0,70	0,17	0,30	0,42	0,47

*Примечание:* ПВ — полная полевая влагоёмкость; при влажности почвы 90— 100 % коэффициент склонового стока приближается к 1, при ПВ=0 — 20 % — к нулю.

влаги по местоположениям у подножий прямых суглинистых склонов почва получает примерно в 1,5 раза больше влаги по сравнению с величиной жидких осадков. Перераспределение осадков внутри ландшафта наиболее ярко проявляется в условиях избыточного и достаточного атмосферного увлажнения; в аридных условиях практически все жидкие осадки поглощаются на склонах.

Большую роль во внутриландшафтной дифференциации в умеренных и высоких широтах играет перераспределение снежного покрова. Основным фактором здесь служит ветер, поэтому распределение снежного покрова подчинено главным образом ветровой экспозиции склонов. Снег сдувается с наветренных склонов и переоткладывается на подветренных. При этом на наветренных склонах мощность покрова убывает от подножия к вершине, а на подветренном — наоборот. Таяние снега наиболее интенсивно протекает на склонах южной экспозиции и ускоряется по мере увеличения крутизны. При уклоне 10° на южных склонах снег сходит на 2 — 8 дней раньше, чем на ровных участках, а на северных — на столько же позднее.

От мощности снега зависит глубина промерзания почвы, тогда как на оттаивание она влияет в меньшей степени. Поэтому на северных склонах почва может оттаять раньше, чем сойдет снег, и поглотить большую часть талых вод, а на южных склонах, где снег сходит раньше, чем почва успевает оттаять, поступление талых вод в почву уменьшается. Поглощение талых вод почвой имеет наибольшее значение для засушливых районов; в зоне избыточного увлажнения почва уже с осени насыщается влагой и талые снеговые воды не имеют существенного значения для ее увлажнения.

Для оценки водного баланса и увлажнения на различных местоположениях необходимо учитывать возможности затраты влаги на испарение. Разница в испаряемости, т.е. ее превышение между

южными и северными склонами, в сухом климате проявляется резче, чем во влажном. Так, при крутизне  $5^\circ$  эта разница (за теплый период) в избыточно влажном климате составляет 45 мм, а в аридном — 163 мм; при уклоне  $10^\circ$  — соответственно 114 и 236 мм, при  $20^\circ$  — 350 и 460 мм<sup>1</sup>. Фактическое испарение также сильно варьирует в зависимости от местоположения, причем в верхних и средних частях южных склонов оно наименьшее, в тех же частях северных склонов оно также меньше, чем на ровных участках, хотя разница не столь велика. В нижней части склонов разных экспозиций во всех зонах испарение больше, чем на ровных участках.

Сочетание различных локальных факторов увлажнения обуславливает пестроту и контрастность в распределении почвенных влагозапасов. Если принять запасы влаги в корнеобитаемом слое почвы на ровном участке избыточно влажной зоны за единицу, то, согласно Е. Н. Романовой, на вершинах и в верхних частях южного склона они составят 0,5 — 0,7 (минимум летом, максимум осенью), у подножий южных склонов — 1,3 — 1,4, а северных — около 2,0. Для сухой и засушливой зон соответствующие величины составляют 0,4 — 0,5; 1,1 — 1,2; 2,0.

На рис. 25 иллюстрируются различия в некоторых микроклиматических показателях для наиболее типичных местоположений в условиях восточно-европейской южной тайги.

Локальные гидротермические различия находят ясное отражение в растительном покрове. На южных склонах все фазы развития растений начинаются раньше, чем на северных, и весь годовой цикл развития проходит в более короткие сроки. В северной тайге на южных склонах крутизной  $10^\circ$  вегетация протекает на 5 дней быстрее, чем на ровных площадках, а на аналогичных северных склонах — на 6 — 8 дней медленнее. В южных районах СССР контраст более значителен (соответственно 8 — 10 и 10 — 15 дней). Увеличение крутизны приводит к усилению контрастности противоположных склонов.

Благоприятные термические условия южных склонов обуславливают появление на них сообществ, свойственных более южной ландшафтной зоне еще до перехода через границу этой зоны («правило предварения»). У сообществ одного и того же зонального типа при достаточном увлажнении на южных склонах, как правило, выше продуктивность, у лесной растительности выше прирост и запасы древесины. Наибольшие локальные контрасты растительного покрова связаны с пестротой условий увлажнения; соседство сообществ, относящихся к разным типам растительности (например лесных и болотных) на смежных местоположениях, — обычное явление.

Было бы неверно рассматривать растительность как пассивное отражение условий местообитания. В геосистемах локального уровня растительности принадлежит важная системообразующая роль как

<sup>1</sup> См.: Романова Е. Н. Микроклиматическая изменчивость основных элементов климата. Л., 1977. С. 40.

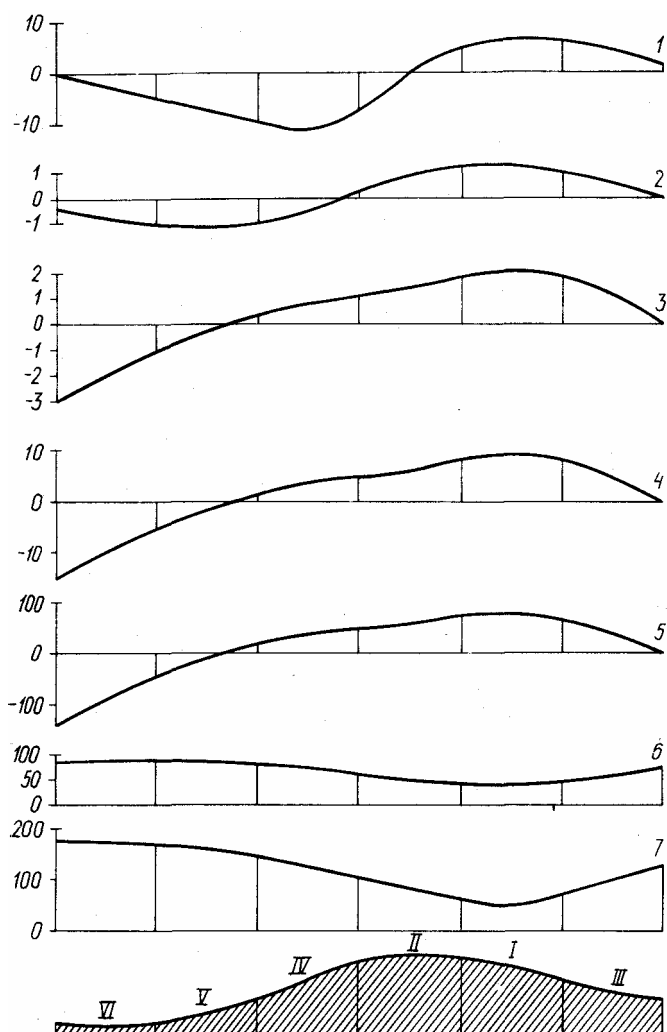


Рис. 25. Микроклиматические различия между местоположениями (участок в Ленинградской области, по материалам Е. Н. Романовой, 1977).

Местоположения: I — верхние и средние части южных и юго-западных склонов, II — ровные вершинные поверхности, III — средние части пологих южных склонов, верхние и средние части пологих западных и восточных склонов, IV — верхние и средние части северных склонов, V — нижние части северных и восточных склонов, VI — подножья северных склонов. Показатели: 1 — солнечная радиация (отклонение от фоновой величины на ровных участках, %), 2 — дневная температура (отклонение от фоновой величины, °C), 3 — ночная температура (отклонение от фоновой величины, °C), 4 — длительность безморозного периода (отклонение от фоновой величины, дн.), 5 — сумма температур безморозного периода (отклонение от фоновой величины, °C), 6 — влажность почвы в слое 0 — 50 см, % от полной влагоемкости, 7 — запасы продуктивной влаги в слое 0 — 50 см, мм



наиболее активному началу, способному трансформировать внешние воздействия и создавать собственную, *внутреннюю среду*, которая по основным параметрам резко отличается от первичной абиогенной среды. Особенно мощная средообразующая роль присуща лесной растительности, которая способна накапливать большую биомассу (до 300 т/га в тайге, до 500 т/га в широколиственном лесу) и пронизывает своими органами приповерхностный контактный слой (в почве и атмосфере) мощностью до 20 — 30 м. Под полог темнохвойного леса проникает лишь около 5% приходящей солнечной радиации. В лесу сильно выравнивается температурный режим, сокращаются экстремальные значения температур, скорость ветра падает практически до нуля, снежный покров распределяется равномерно, почти прекращается поверхностный сток, кроны деревьев задерживают до 150 — 180 мм атмосферных осадков.

Следствием подобной трансформации радиационного, теплового и водного режимов является сглаживание фациальных различий между разными местоположениями в лесу. Фактор местоположения наиболее ярко проявляется в экстремальных гидротермических условиях, не допускающих произрастания леса. Растительность тундры, например, в большей степени зависит от характера местоположений, чем таежная. Здесь сильнее выражены скульптурные детали рельефа, связанные с геокриологическими, а отчасти с флювиальными и даже эоловыми процессами. Огромное экологическое значение приобретает ветровое перераспределение снега. На повышениях и крутых склонах его мощность не превышает 0,1 — 0,2 м, в то время как во впадинах и ложбинах достигает 4 м и более. Соответственно сильно колеблется по местоположениям продолжительность его залегания (местами даже сохраняются снежники-перелетки), а отсюда следуют различия в сроках и продолжительности вегетационного периода, глубине оттаивания сезонной мерзлоты, влагосодержании почв. Все эти обстоятельства в значительной степени обуславливают мозаичность почвенно-растительного покрова и фациальной структуры тундровых ландшафтов <sup>1</sup>. Тем не менее даже маломощный тундровый растительный покров выполняет определенную стабилизирующую функцию, поддерживая в качестве теплоизолирующего слоя тепловое равновесие в мерзлом грунте и тем самым сдерживая деградацию многолетней мерзлоты и развитие криогенных процессов, усугубляющих внутриландшафтную мозаичность.

Существенное системоформирующее значение растительных сообществ на локальном уровне связано с их динамичностью. Соотношения между сообществами крайне подвижны во времени. Изменяя среду, они сами вынуждены перестраиваться или менять свое положение в пространстве, вступая при этом в сложные конкурентные отношения с другими сообществами. Примером может служить процесс заболачивания таежных лесов, основным фактором которого

<sup>1</sup> От высоты снежного покрова зависит, кроме того, защищенность тундровых кустарников от зимних ветров и морозов и, следовательно, их размещение.

служит мощный влагоемкий моховой покров. В этом случае происходит смена фаций во времени без изменения местоположений. Яркий пример активной роли растительности — зарастание озер и образование торфяников.

Фактором внутриландшафтной дифференциации могут выступать и животные. Наиболее характерный пример — роющая деятельность грызунов. В степях выбросы из нор — сурчины, бутаны — образуют бугры высотой до 0,5 м и диаметром до 5 — 10 м, а просадки над брошенными норами ведут к формированию западин. В результате возникает мозаичность почвенно-растительного покрова. Внутри-ландшафтной мозаичности тундровых ландшафтов способствует деятельность леммингов.

Контрастность местоположений и фаций создает предпосылки для развития многосторонних латеральных внутриландшафтных связей. Основные потоки, в том числе перемещение влаги, обусловлены действием силы тяжести. С движением воды связана миграция химических элементов в сопряженных рядах фаций — вынос элементов из одних, транспортировка в других, аккумуляция в третьих фациях. Но межфациальные связи не сводятся к одностороннему воздействию вышерасположенных фаций на нижерасположенные. Так, эрозионная сеть дренирует фации междуречий, понижая уровень грунтовых вод; микро- и мезоклиматическое влияние водоемов распространяется на прибрежные геосистемы; благодаря миграциям организмов осуществляется обмен между геосистемами, который не подчиняется законам гравитации.

Кроме элементарных геосистем — фаций различаются некоторые другие системы локального уровня, представляющие последовательные ступени интеграции фаций (геохоры по терминологии Э. Неефа и В. Б. Сочавы). Локальные геосистемы и их иерархические отношения подробнее рассматриваются при анализе морфологии ландшафта (см. гл. 3).

---

## 3. Ландшафт и геосистемы локального уровня



### Понятие о ландшафте

Слово «ландшафт», давшее название целой отрасли географической науки, первоначально употреблялось для обозначения общей идеи о взаимосвязанном сочетании различных явлений на земной поверхности, и долгое время понятие о ландшафте не имело однозначного научного толкования со строго ограниченным объемом. Эта давняя традиция сказывается до сих пор в общем понимании ландшафта, которое часто встречается в литературе (преимущественно в непрофессиональной). Устаревшее «общее» представление о ландшафте, когда говорят и о «ландшафте группы грибов в лесу», и о «ландшафте Русской равнины», вряд ли приемлемо для современного научного обихода.

По мере накопления данных о сложности территориальной структуры географической оболочки и развития представлений о разных уровнях ее внутренней организации все более настоятельной становилась необходимость упорядочения системы природных территориальных комплексов и в связи с этим самого понятия о ландшафте. В историческом очерке (см. главу 1) уже были описаны основные этапы этого процесса. Напомним, что еще в 30-е годы попытки внести строгое содержание в термин «ландшафт» привели к двум разным его толкованиям — региональному (или индивидуальному) и типологическому. Согласно типологическому представлению, ландшафт это не конкретный своеобразный участок территории, а «тип» или совокупность некоторых общих типических свойств, присущих разным территориям, т.е. по существу отвлеченное понятие.

Типизация явлений, типологический подход к их изучению — обязательное условие всякого научного исследования, в том числе и ландшафтного. Но чтобы прийти к понятию о типе, необходимо изучить некоторое число конкретных объектов. «Тип» не может появиться как нечто данное, или «готовое», это — результат научного обобщения множества конкретных, или индивидуальных, ситуаций, реально существующих в природе. Между тем так называемое типологическое понимание ландшафта как бы не оставляет

места для конкретной географической реальности, в нем нет понятия о тех реально существующих природных территориальных единицах, или выделах, из которых только и можно путем сравнения и научного обобщения вывести понятие о типе. Кроме того, типологическое понимание ландшафта не учитывает иерархию геосистем, т.е. их разноуровненность, наличие различных ступеней территориальной организации природных комплексов (фаций, урочищ и т.д.), которые должны типизироваться отдельно. Можно, конечно, употреблять *термин* «ландшафт» в типологическом значении, но трудно научно обосновать необходимость такого употребления; притом оно создает большие терминологические неудобства. Так или иначе нам не избежать постоянной необходимости прибегать к понятию о конкретных, т.е. индивидуальных, выделах, из которых складываются типы. Но для их обозначения пришлось бы придумывать какой-то особый термин. Не проще ли конкретные территориальные выделы называть *ландшафтами*, а их типологические, т. е. классификационные, объединения — *типами ландшафтов*, по аналогии с тем, как это делается в других науках?

Региональная, или индивидуальная, трактовка ландшафта лишена противоречий и терминологических неудобств, присущих «типологическому пониманию». Согласно этой трактовке, ландшафт есть, во-первых, конкретная территориальная единица; во-вторых, достаточно сложная геосистема, состоящая из многих элементарных географических единиц; в-третьих, ландшафт представляет собой основную ступень в иерархии геосистем.

Указанное представление о ландшафте, намеченное еще Л. С. Бергом (в более поздних его работах), было четко обосновано Л. Г. Раменским и развито Н. А. Солнцевым, а также А. А. Григорьевым, В. Б. Сочавой, С. В. Калесником и другими географами. Оно легло в основу наиболее всесторонне разработанной теоретической концепции ландшафтоведения и было апробировано в ходе многочисленных ландшафтных исследований с прикладными целями.

Ландшафт кратко можно определить как *генетически единую геосистему, однородную по зональным и аazonальным признакам и заключающую в себе специфический набор сопряженных локальных геосистем*.

Существуют и другие, но довольно близкие определения, в которых делается акцент на те или иные признаки ландшафта. Но в силу необходимой краткости любое определение указывает лишь на самые важные отличительные черты объекта и не раскрывает всей его сложности. Поэтому обычно определение ландшафта сопровождается перечнем дополнительных диагностических признаков или условий, которые представляются особенно существенными.

Так, согласно Н. А. Солнцеву, для обособления самостоятельного ландшафта необходимы следующие основные условия: 1) территория, на которой формируется ландшафт, должна иметь однородный геологический фундамент; 2) после образования фундамента последующая история развития ландшафта на всем его пространстве

должна была протекать одинаково (в единый ландшафт, например, нельзя объединять два участка, из которых один покрывался ледником, а другой нет, или один подвергался морской трансгрессии, а другой оставался вне ее); 3) климат одинаков на всем пространстве ландшафта и при любых сменах климатических условий он остается однообразным (внутри ландшафта наблюдается лишь изменение местных климатов — по урочищам и микроклиматов — по фациям). При таких условиях, как указывает Н. А. Солнцев, на территории каждого ландшафта создается строго ограниченный набор скульптурных форм рельефа, водоемов, почв, биоценозов и, в конечном счете, простых природных территориальных комплексов — урочищ и фаций, рассматриваемых как морфологические части ландшафта.

В определении Н. А. Солнцева подчеркивается, что ландшафт есть закономерно построенная система локальных ПТК, и это очень важно. Однако, с другой стороны, всякий ландшафт одновременно является частью, или элементом, более сложных региональных единств, и его следует рассматривать как результат развития и дифференциации географической оболочки и ее высших структурных подразделений. Единство этих двух особенностей ландшафта определяет, как мы увидим дальше, его специфическое узловое положение в иерархии геосистем. Сочетание двух подходов к ландшафту — «снизу» и «сверху» — позволяет решить проблему однородности ландшафта, которая долго служила камнем преткновения при его определении и вычленении в природе.

Поскольку ландшафт расчленяется на различные фации и урочища, он, конечно, внутренне неоднороден. Однако это не исключает однородности Ландшафта в отношении определенных строго сформулированных критериев. Такими критериями служат прежде всего зональные и аazonальные условия, в отношении которых ландшафт должен быть однородным. Зонально-азональная однородность ландшафта находит свое выражение в единстве геологического фундамента, типа рельефа и климата; она же определяет генетическое единство ландшафта, поскольку процесс развития ландшафта протекает при одинаковых внешних условиях. Наконец, отсюда следует единый план внутреннего строения ландшафта: разнообразие его морфологических частей не означает, что это разнообразие неупорядоченно; напротив, при соблюдении всех перечисленных выше условий набор фаций и урочищ каждого конкретного ландшафта закономерен и специфичен. Каждому ландшафту присущ характерный сопряженный ряд фаций и урочищ, располагающихся в определенном порядке. Топологический фациальный ряд следует считать одним из главных критериев ландшафта и одним из показателей его однородности. Таким образом, понятие «однородность» применительно к ландшафту определяется строго заданными критериями и диалектически сочетается с представлением о его разнородности.

Обратимся к примерам, для чего воспользуемся фрагментом

ландшафтной карты (рис. 26) из Атласа Ленинградской области (1967 г.). Этот фрагмент охватывает части территории пяти ландшафтов, причем различными условными знаками схематично (соответственно мелкому масштабу карты) показаны основные морфологические подразделения ландшафтов — главные типы урочищ, а в некоторых случаях — так называемых местностей. Все ландшафты расположены в зоне тайги, в ее южной подзоне и в пределах Северо-Западной ландшафтной провинции, относящейся к стране Русская равнина и Восточно-Европейскому сектору. Таким образом, все ландшафты однородны по зональным и секторным признакам, чего нельзя сказать об азональных. Поэтому в данном случае различия между ландшафтами определяются преимущественно азональными факторами.

Всю центральную часть рис. 26 занимает Лужско-Оредежский ландшафт (I) <sup>1</sup>. Он расположен на южном склоне Балтийского щита, перекрытом осадочными толщами протерозоя и палеозоя. Складчатое основание лежит на абсолютных отметках около — 400 м и глубже. Коренные породы, формирующие дочетвертичный рельеф структурно-денудационной девонской равнины, представлены красноцветными песками и песчаниками с прослоями глин старооскольского горизонта среднего девона. На междуречьях они повсеместно перекрыты четвертичными отложениями, преимущественно размытой (абрадированной) верхнечетвертичной мореной (валунным суглинком) мощностью 5 — 8 м, которая формирует современный рельеф и служит основной почвообразующей породой. Местами поверх морены встречаются пятна озерно-ледниковых суглинков и глин. По характеру рельефа ландшафт представляет собой низменную (преобладающие высоты — около 60 — 70 м над уровнем моря) плоско-волнистую моренную равнину, абрадированную озерно-ледниковыми водоемами, с локальными морфологическими деталями (озерно-ледниковые впадины, конечно-моренные гряды, озы).

Климат ландшафта можно считать типично южнотаежным умеренно-континентальным (табл. 4). Все природные компоненты в общем достаточно типичны для данной ландшафтной подзоны и провинции. Такие компоненты, как почвы и растительный покров, существенно дифференцируются по фациям и урочищам. Общий план внутреннего (морфологического) строения ландшафта хорошо отображается даже на схематичной ландшафтной карте (см. рис. 26). Различные геосистемы локального уровня закономерно сменяют друг друга по мере ослабления дренирующей роли долин, образуя следующий ряд:

1) дренированные приречные склоны на бескарбонатном валун-

<sup>1</sup> Собственные названия ландшафтов даются в основном по гидрографическим и орографическим объектам.

ном суглинке с ельниками кисличными и дубравнотравяными<sup>1</sup> на среднеподзолистых почвах;  
 2) плоско-волнистые междуречья с кратковременно-избыточным увлажнением на тех же отложениях, но сверху (0,3 — 0,8 м) более легких (двучленных), с ельниками черничными на сильноподзолистых глееватых почвах<sup>2</sup>;  
 3) плоские междуречья с длительно-избыточным увлажнением на тех же отложениях с ельниками долгомошными на торфянисто-

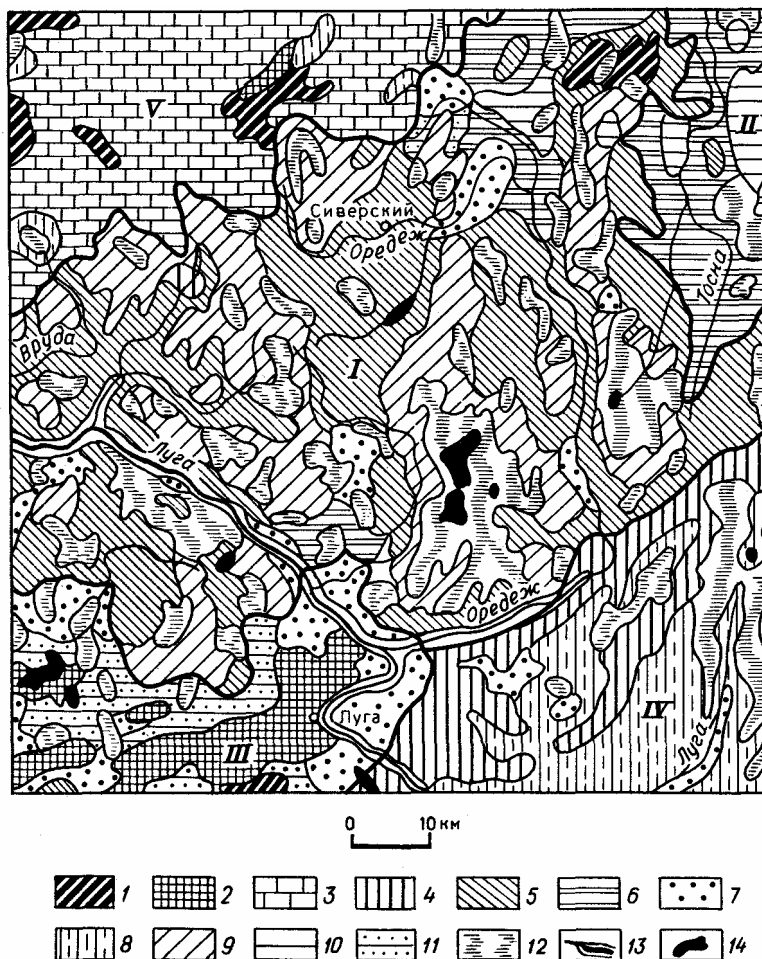


Рис. 26

<sup>1</sup> Имеется в виду первичная (коренная) растительность без учета производных сообществ.

<sup>2</sup> На рис. 26 этот тип урочищ объединен с первым под номером 5.

Т а б л и ц а 4. Сравнительные характеристики климата пяти ландшафтов

Ландшафт	Пункт наблюдений и высота н.ур.м., м	Температура, °С			Сумма активных температур (выше 10° С)	Безморозный период, дн.	Годовая сумма осадков
		I	VII	Абс. минимум			
I. Лужско-Оредежский	Белогорка, 89	— 8,7	16,7	— 43	1672	126	708
II. Тосненско-Волховский	Любань, 36	— 8,8	17,9	— 50	1723	118	725
III. Лужско-Плюсский	Луга, 104	— 8,3	17,4	— 40	1856	137	711
IV. Верхнелужский	Оредеж, 32	— 8,4	17,1	— 47	1801	111	716
V. Ижорский	Волосово, 127	— 8,8	16,3	— 42	1585	117	757

подзолисто-глеевых почвах, переходящими на окраинах болот в сосняки сфагновые на торфяно-подзолисто-глеевых и торфяно-глеевых почвах (9 на рис. 26);

4) верховые болота, занимающие внутренние части междуречий с постоянным застойным увлажнением (12 на рис. 26).

Кроме урочищ этого основного ряда локально встречаются некоторые второстепенные (подчиненные) геосистемы (впадины с озерно-ледниковыми песками и ленточными глинами, долины рек и ручьев, озера).

К востоку от Лужско-Оредежского ландшафта расположен Тосненско-Волховский ландшафт (II). Он приурочен к древнему понижению в рельефе коренных девонских пород, которые здесь в основ-

Рис. 26. Фрагмент ландшафтной карты Ленинградской области.

*Холмисто-котловинные и грядово-ложбинные* местности с частой сменой условий дренажа, материнских пород и почв: 1 — холмисто-моренные с преобладанием бескарбонатных валунных суглинков, слабоподзолистых почв, ельников зеленомошных, 2 — камовые песчаные с преобладанием поверхностно- и слабоподзолистых почв, сосняков зеленомошных и лишайниковых.

*Междуречные дренируемые урочища*: 3 — на известняках, прикрытых маломощным валунным суглинком, с карстом, с дерново-карбонатными почвами и сложными ельниками, 4 — на карбонатном валунном суглинке с дерново-карбонатными и слабоподзолистыми почвами, ельниками сложными и дубравнотравяными, 5 — на бескарбонатных валунных суглинках, с сильно-подзолистыми глееватыми и среднеподзолистыми почвами и ельниками кисличными, дубравнотравяными и черничными, 6 — на озерно-ледниковых ленточных глинах и суглинках с сильноподзолистыми глееватыми почвами и ельниками разных типов, 7 — на озерно-ледниковых песках и супесях с подзолисто-иллювиально-гумусово-железистыми почвами, с сосняками зеленомошными.

*Междуречные слабодренируемые урочища*: 8 — на карбонатном валунно и суглинке с дерново-глеевыми почвами и ельниками травяными и заболоченными, 9 — на бескарбонатном валунном суглинке, 10 на озерно-ледниковых ленточных глинах и суглинках с торфянисто- и торфяно-подзолисто-глеевыми почвами, ельниками долгомошными и сосняками сфагновыми, 11 — на озерно-ледниковых песках и супесях с торфянисто-подзолистыми иллювиальногумусовыми почвами и сосняками сфагновыми.

*Урочища с постоянным застойным увлажнением*: 12 — болота (преимущественно верховые сфагновые грядово-мочажинные). *Урочища с периодическим проточным переувлажнением*: 13 — речные поймы, 14 — озера.

*Ландшафты*: I — Лужско-оредежский, II — Тосненско-Волховский, III — Лужско-Плюсский, IV — Верхнелужский, V — Ижорский



ном представлены верхнедевонской карбонатной толщей, повсеместно перекрытой четвертичными отложениями. В позднеледниковое время впадина была занята обширным приледниковым водоемом, оставившим мощную (до 15 м в центральной части) толщу ленточных глин. Поверхность ландшафта плоская, слабо террасированная, преобладающие высоты над уровнем моря — всего 30 — 40 м. Более восточное положение по сравнению с предыдущим ландшафтом сказывается в климате (см. табл. 4): зима несколько суровее (что особенно заметно по экстремальным температурам), лето теплее; общая теплообеспеченность увеличивается, но безморозный период сокращается. Количество осадков существенно не изменяется.

Тяжелые водоупорные грунты и плоский рельеф обуславливают слабый дренаж водораздельных пространств и развитие заболачивания. Общий план морфологического строения аналогичен тому, который был описан для Лужско-Оредежского ландшафта, но урочища формируются здесь на ином субстрате и несколько ином климатическом «фоне». Ленточные глины богаче морены первичными минералами и микроэлементами; местами сказывается влияние карбонатности коренных пород. В естественном растительном покрове дренированных урочищ нередко среди господствующих ельников встречаются широколиственные деревья.

В юго-западном направлении Лужско-Оредежский ландшафт сменяется Лужско-Плюским (III). По коренному фундаменту он не отличается от Лужско-Оредежского, однако четвертичная толща и современный рельеф имеют принципиально иные черты. Здесь гряды камовых холмов высотой до 153 м над уровнем моря чередуются с впадинами, сложенными озерно-ледниковыми песками и супесями. Характерна большая пестрота и контрастность местоположений и морфологических единиц ландшафта. В отличие от двух предыдущих ландшафтов, где в естественном покрове преобладают еловые леса, в Лужско-Плюском господствуют сосняки разных типов — от сухих лишайниковых до заболоченных сфагновых. Примечательно наличие флористически обогащенных «лужских боров», в которых встречаются даже степные виды. Южное положение ландшафта ясно отражается в климате: среди рассматриваемых пяти ландшафтов Лужско-Плюский выделяется наиболее высокой теплообеспеченностью и наиболее длительным безморозным периодом. В характере многих фаций наблюдаются признаки перехода к подтайге.

Верхнелужский ландшафт (IV) также достаточно специфичен. Подобно Лужско-Оредежскому, это типичная низменная (60—70 м над уровнем моря) слабодренированная моренная равнина, абрадируемая озерно-ледниковыми водами. Однако коренными породами здесь служат не пески и песчаники среднего девона, а верхнедевонские карбонатные породы — известняки, доломиты, мергели. Благодаря этому обстоятельству морена обогащена карбонатами и на ней формируются плодородные дерново-карбонатные,

а также слабоподзолистые почвы. В климате также прослеживаются изменения в сторону увеличения запасов тепла. В результате здесь наблюдаются некоторые черты природы, сближающие этот ландшафт с подтаежными. Для плакорных (дренированных) урочищ в прошлом были характерны еловые леса с участием клена, липы, вяза, ясеня, дуба, лещины. Но из-за слабого дренажа преобладают междуречные урочища с заболоченными лесами на темноцветных дерново-глебовых почвах, обладающих высоким потенциальным плодородием, а глубинные части междуречий заняты огромными болотными системами.

Наконец, Ижорский ландшафт (V), часть которого попадает в границы участка, представленного на рис. 26, пожалуй, наиболее своеобразен. Он приурочен к древнему дочетвертичному плато, бронированному ордовикскими известняками. Платообразная поверхность, выработанная в известняках, приподнята над окружающими территориями (преимущественно до 120 — 150 м над уровнем моря). Коренные породы обычно перекрыты маломощным карбонатным валунным суглинком. Относительно более высокое гипсометрическое положение по сравнению с соседними ландшафтами сказывается в довольно значительном понижении теплообеспеченности, а также в сокращении безморозного периода и некотором увеличении количества осадков. Однако богатство субстрата кальцием придает ландшафту более южный, подтаежный, облик. До освоения здесь произрастали богатые хвойно-широколиственные леса на почвах дерново-карбонатного типа. Другие характерные индивидуальные черты Ижорского ландшафта — хороший дренаж, наличие карстовых форм рельефа, почти полное отсутствие поверхностной гидрографической сети (поверхностные воды интенсивно поглощаются трещиноватыми известняками). Морфология этого ландшафта сравнительно простая: доминируют волнистые плакорные урочища, ныне в значительной степени освоенные. Подчиненную роль играют группы моренных холмов или гряд, небольшие озовые гряды, понижения, заполненные озерно-ледниковыми супесями (иногда с озерами), небольшие болота, а также карстовые воронки и провалы.

Генетические, морфологические и другие различия между описанными ландшафтами находят отражение в степени и характере их хозяйственного использования, что может служить дополнительным, хотя и косвенным, диагностическим признаком ландшафта, точнее его ресурсного и экологического потенциала. Так, Ижорский ландшафт резко выделяется высокой сельскохозяйственной освоенностью (распахано 30% площади). Второе место занимает Верхнелужский ландшафт (17%), а остальные сильно отстают по этому показателю (5 — 8%). В этих цифрах хорошо отражается неодинаковое по ландшафтам соотношение основных природных факторов земледелия (плодородие почвы, теплообеспеченность, естественная дренированность территории, пересеченность рельефа и др.).

Хотя в рассматриваемых примерах широтные изменения климата

не настолько существенны, чтобы вызвать зональную смену ландшафтов, эта смена все же постепенно подготавливается. Количественные изменения основных климатических показателей по широте заметить нетрудно (особенно сравнивая данные (в табл. 4) для Ижорского, Лужско-Оредежского и Лужско-Плюсского ландшафтов), так что полностью исключить в данном случае влияние зонального фактора на формирование ландшафтов нельзя. Если же продолжить наш анализ за южную рамку фрагмента ландшафтной карты (см. рис. 26), то вскоре появятся типично подтаежные ландшафты. В сущности Лужско-Плюсский и Верхнелужский ландшафты уже имеют переходный зональный характер. Подтаежные же черты Ижорского ландшафта обусловлены своеобразием его фундамента, т. е. имеют азональную природу. В горах ландшафты выделяются в пределах отдельных высотных ярусов. Что касается соотношения между ландшафтами и высотными поясами, то в сущности пояса надо рассматривать как морфологические части ландшафтов. Как уже указывалось в главе 2, высотные пояса отнюдь не всегда выражены в виде сплошных полос, они охватывают участки, генетически разнородные и часто территориально разобщенные. Фрагменты различных поясов нередко образуют сложную мозаику, сочетаясь в одном ландшафте на разных экспозициях и формах рельефа. В условиях относительно простой системы высотных поясов (например в тундровой, таежной зонах) ландшафты часто не выходят за пределы одного высотного пояса (горно-тундрового, горнотаежного). Но в более сложных условиях, при переплетении контрастных элементов различных поясных рядов, ландшафт может включать части разных поясов. При этом один из них может быть доминантным, образуя как бы общий фон ландшафта, а другие — представлены лишь более или менее значительными фрагментами; но в иных случаях к одному ландшафту относятся сопряженные участки различных поясов в рамках того или иного высотного ландшафтного яруса (низко-, средне- или высокогорного). Таким образом, здесь мы видим аналогию с равнинными ландшафтами, в которых определенные урочища могут создавать общий фон либо разные урочища образуют сопряженные ряды или же более сложные территориальные комбинации.

Территориальные соотношения между ландшафтами и высотными поясами на примере бассейна р. Теберды (северный склон Большого Кавказа) иллюстрирует рис. 27. Легенда картосхемы построена в виде матрицы, в которой горизонтальным рядам соответствуют высотные пояса (обозначены арабскими цифрами), а вертикальным колонкам — ландшафты (обозначены римскими цифрами). На схеме видно, что некоторые пояса имеют непрерывный характер (во всяком случае, в границах данной картосхемы), но другие — фрагментарны. Так, фрагменты пояса темнохвойных лесов приурочены к наиболее увлажненным долинам и придолинным склонам среднегорья. Наиболее фрагментарным распространением отличаются пояса сосновых

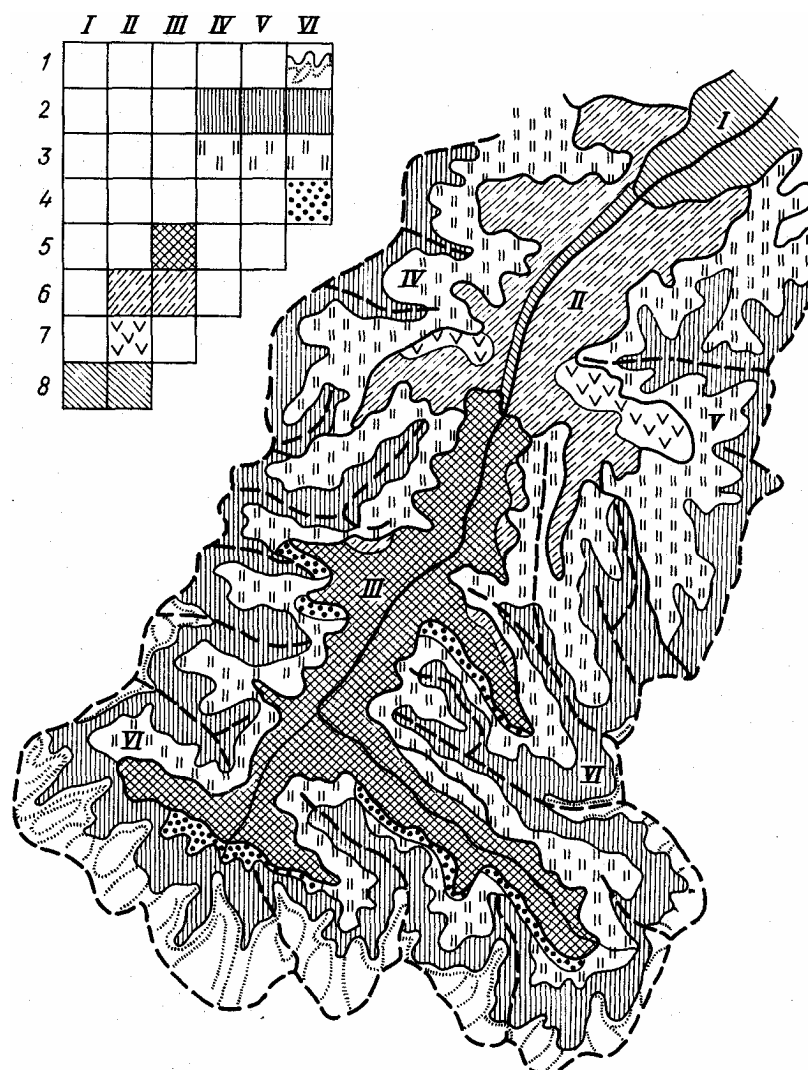


Рис. 27. Ландшафтная схема бассейна р. Теберды (по материалам А. Г. Исаченко и И. И. Тумаджанова). Среднегорные ландшафты продольных депрессий и поперечных долин: I — Нижнетебердинский (на песчаниково-глинистых юрских отложениях), II — Среднетебердинский (на сильно-дислоцированных палеозойских отложениях), III — Верхнетебердинский (на докембрийских кристаллических породах). Высокогорные ландшафты складчато-глыбовых хребтов: IV — Тебердинско-Аксаутский, V — Тебердинско-Даутский (на сильнодислоцированных палеозойских отложениях), VI — Домбайский (на докембрийских кристаллических породах). Высотные пояса: 1 — ледниковый (нивный), 2 — субнивный (скально-осыпной), 3 — альпийский (горнолуговой), 4 — субальпийский (с криволесьем), 5 — горнотаежный (темнохвойнолесной), 6 — пояс сосновых лесов, 7 — пояс горных степей и нагорных ксерофитов, 8 — широколиственнолесной. Сплошные линии — границы ландшафтов, пунктирные — водораздельные гребни.

лесов и горных степей: они приурочены к сухим южным склонам, лежащим в ветровой тени. Участки субальпийского криволесья, напротив, встречаются только на северных склонах.

Части одного и того же пояса встречаются на разных геологических фундаментах и в разных ландшафтах. Большинство ландшафтов, как мы видим, имеют неоднородную высотнопоясную структуру, хотя один из поясов может играть роль доминантного. Но ландшафт не должен выходить за пределы одного высотного яруса. Принадлежность к конкретному ярусу обеспечивает единство геологического фундамента, основных климатообразующих процессов и генетическую целостность ландшафта, а также определенную однородность его высотнопоясной структуры. Заметим, что каждому ярусу присуща особая часть высотнопоясного ряда, заключающая генетически и структурно близкие пояса. Это четко прослеживается и на рис. 27. В матричной легенде ясно обособляются две группы ячеек (клеток) — в правом верхнем и левом нижнем углах. Первая охватывает всю высокогорную группу геосистем — как ландшафтов, так и высотных поясов, а вторая — среднегорную. Нетрудно заметить, что среднегорному ярусу присущи горно-лесные высотные пояса (с экспозиционными фрагментами горно-степных), тогда как в высокогорном ярусе наблюдается особый набор поясов — от субальпийского до нивального. Таким образом, специфика средне- и высокогорных ландшафтов проявляется достаточно ярко через их характерные высотно-поясные структуры.

Полный ряд ярусов и поясов — снизу доверху — служит диагностическим признаком не ландшафта, а региональных систем более высокого ранга, а именно ландшафтных округов, которые рассматриваются в главе 6, посвященной физико-географическому районированию.

Внимание ландшафтоведов давно привлекает вопрос об *основной ступени, или единице*, в иерархии природных территориальных комплексов (геосистем). Хотя отдельные специалисты отрицали необходимость подобной «узловой» категории, опыт исследовательской работы и практической деятельности ландшафтоведов свидетельствует о реальности основной единицы и об ее важном значении для упорядочения как разнообразных фактов, относящихся к ландшафтоведению, так и его теоретических основ. Такой единицей и служит ландшафт, занимающий узловое положение на стыке геосистем региональной и локальной размерностей.

В главе 2 уже были определены принципиальные различия между региональными и локальными геосистемами и установлено место ландшафта как низового региона, завершающего систему региональной дифференциации эпигеосферы. К этому можно добавить, что изучение региональных и локальных физико-географических единиц требует применения разных методов: если локальные ПТК изучаются обязательно в натуре, т. е. путем полевых исследований, включая стационарные наблюдения и ландшафтную съемку, то познание

высших физико-географических единств основывается, главным образом, на применении камеральных методов исследования, на анализе и обобщении литературных источников, карт, дистанционных снимков. Особенность ландшафта состоит в том, что его познание требует применения наиболее широкого комплекса методов — как полевых, так и камеральных.

А. А. Григорьеву принадлежит мысль о том, что ландшафт — это наименьшая территориальная единица, сохраняющая все типичные для данной зоны, области и вообще более крупной, чем ландшафт, региональной единицы, черты строения географической среды. Аналогичные соображения высказывал В. Б. Сочава. Сравнивая ландшафт с региональными системами высших рангов, мы видим, что последние, представляя собой более или менее сложные территориальные сочетания разнородных ландшафтов, гетерогенны в зональном и азональном отношениях. Поэтому ни одна из высших категорий физико-географического районирования не может служить физико-географическим эталоном, т. е. олицетворять собой специфическое территориальное сочетание и региональных, и локальных особенностей природы, а тем самым представлять характерный местный комплекс природных условий жизни и деятельности людей, конкретную местную природную среду.

С другой стороны, как отметил В. Б. Сочава, отдельные урочища или другие локальные геосистемы не дают полного представления о местной структуре географической среды и в силу этого не могут рассматриваться как основные таксономические единицы в ландшафтоведческой иерархии. В мозаике фаций или урочищ можно встретить системы, не типичные для данного региона и не дающие всестороннего представления о своеобразии местной природы. В тайге, например, в благоприятных местоположениях встречаются фации с широколиственными лесами, а в неблагоприятных — «тундровины», как бы переносящие нас в тундру. Даже такие типичные и широко распространенные урочища, как болотные в тайге или овражные в степи, сами по себе еще не дают полной, целостной картины местной природы. Лишь все *урочища или фации*, взятые в совокупности, в характерных территориальных сочетаниях, площадных соотношениях и взаимных связях, т. е. *как единый ландшафт*, создают целостное представление о физико-географической специфике той или иной территории.

Изучение локальных геосистем как таковых, вне ландшафта как целого имеет мало смысла, ибо они значительно более открытые системы, чем ландшафт, и существуют лишь как его части во взаимодействии с другими, сопряженными локальными геосистемами. Любая фация или любое урочище обязательно предполагает наличие определенного другого или нескольких других урочищ и фаций. В самом деле, фация средней части склона существует только потому, что есть фации нижней и верхней частей того же склона. Вершинных фаций не бывает без склоновых, овражных урочищ — без

водораздельных, холмы предполагают наличие котловин и т. д. Таким образом, основным объектом ландшафтного исследования должны быть не отдельные морфологические части ландшафта, а их сопряженные системы в пределах такой территории, которая достаточна для выявления их закономерных сочетаний, а это и есть *ландшафт*.

Заметим, что отдельные фации и урочища, по замечанию Н. А. Солнцева, не оригинальны. Сходные фации и урочища многократно повторяются, индивидуальные черты у них отступают на последний план, и исследуются эти геосистемы, как правило, в типологическом разрезе. Это значит, что географ не должен изучать каждую конкретную фацию, каждое конкретное урочище, достаточно выбрать по несколько представителей из каждого типа. При изучении высших региональных единств, напротив, необходимо применять индивидуальный подход, а типологический подход играет второстепенную роль или практически вовсе теряет значение. Имея дело с ландшафтами, приходится обращать внимание как на индивидуальную специфику каждого из них, так и на типологические особенности различных групп ландшафтов, и трудно сказать, что важнее в данном случае. При изучении ландшафта, следовательно, в наибольшей степени сочетаются оба подхода к изучению геосистем.

Внутри ландшафта наблюдается более тесная сопряженность между различными геосистемами, чем вне его. В. Б. Сочава считает, что ландшафт представляет собой систему, имеющую свой тип регионального метаболизма — малого, регионального, круговорота вещества и энергии. Это значит, что интеграционные процессы в ландшафте выражены сильнее, чем в крупных региональных системах — физико-географических странах, секторах и др. Поэтому никакая другая геосистема, кроме ландшафта, не представляет лучших возможностей для изучения процессов географической интеграции и дифференциации.

Основные свойства геосистем, их структура, функционирование, динамика, эволюция наиболее полно раскрываются при изучении ландшафтов. В комплексах этого ранга можно проследить сложные и разнообразные потоки вещества и энергии, и соотношения между вертикальными и горизонтальными системами географических связей. Если первичной ячейкой для анализа вертикальных связей служит фация, то горизонтальные связи можно выявить лишь при изучении ландшафта как целого, т.е. присущих ему сопряженных фациальных рядов. Подобные ряды, специфические для разных ландшафтов, служат основой для познания интеграционных процессов в геосистемах.

Ландшафт — значительно более автономная и более устойчивая система, чем фация или урочище. Он труднее поддается преобразованию, чем его морфологические части. Это обстоятельство имеет важное практическое значение в связи с проблемами оптимизации

растущего хозяйственного воздействия на природный комплекс (о чем подробнее говорится в последней главе книги).

С социально-экономической точки зрения ландшафт представляет собой низовой природно-ресурсный и экологический район. Выделение ландшафта по принципу зонально-азональной однородности обеспечивает охват всех природных ресурсов в их характерном, специфическом территориальном сочетании. Каждый ландшафт включает индивидуальный комплекс природных ресурсов — тепловых, водных, минеральных, биологических. Тем самым он обладает определенным хозяйственным и экологическим потенциалом, например сельскохозяйственным, энергетическим, рекреационным и т. д. На этом основании В. Б. Сочава, В. Б. Четыркин и другие исследователи пришли к заключению, что ландшафт — это такой природный комплекс, в отношении которого можно ставить вопрос о едином направлении хозяйственного развития, что он «представляет собой наименьшее пространство, на котором могут быть осуществлены единообразные приемы хозяйственного использования»<sup>1</sup> и может рассматриваться как «базовая категория при... разработке рекомендаций по комплексному учету природных условий в региональном планировании хозяйственной деятельности»<sup>2</sup>.

Рассматривая различные ландшафты, например с точки зрения условий развития сельскохозяйственного производства, мы замечаем, что каждый из них в этом отношении представляет своеобразную целостность, определяемую специфическим сочетанием региональных и локальных условий. К региональным («фоновым») характеристикам ландшафта относятся, в частности, общие агроклиматические условия — тепло- и влагообеспеченность, которые зависят от положения ландшафта в системе зон, подзон, секторов и высотных уровней (ярусов). Локальные условия (точнее локальное разнообразие) определяются морфологией ландшафта и выражаются в закономерном наборе участков, различающихся по микроклиматам, уклонам поверхности, естественной дренированности, почвенным разностям и другим местным особенностям. Эти участки, соответствующие морфологическим подразделениям ландшафта, с сельскохозяйственной точки зрения представляют собой типы земель, или естественных угодий, и в совокупности образуют земельный фонд данного ландшафта. Агропроизводственное значение ландшафта состоит, следовательно, в том, что, с одной стороны, в нем находит выражение определенная общая региональная специфика природных условий, а с другой — характерная структура земельного фонда, позволяющая разрабатывать конкретные дифференцированные рекомендации по рациональному использованию земель.

Это можно проиллюстрировать на примерах нескольких ланд-

<sup>1</sup> Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск, 1978. С. 170.

<sup>2</sup> Крауклис А. А., Снытко В. А. Изучение функциональных взаимоотношений между географическими фациями в ландшафте/ Структура, динамика и развитие ландшафтов. М., 1980. С. 110.



шафтов, схематически отображенных на рис. 26. Наиболее высоким сельскохозяйственным потенциалом среди них выделяется Ижорский ландшафт, что определяется прежде всего плодородием дерновокарбонатных почв. Кроме того, сельскохозяйственному освоению здесь способствуют хороший дренаж (отсутствие переувлажнения земель), платообразный рельеф с небольшими уклонами, благоприятствующий созданию крупных полевых массивов, хотя общая (фоновая) теплообеспеченность несколько понижена по сравнению с соседними ландшафтами. На втором месте следует поставить Верхнелужский ландшафт. Почвы здесь также плодородны, тепла даже больше, чем в Ижорском ландшафте, поверхность ровная, удобная для распахивания, но обширные площади междуречных урочищ подвержены длительному переувлажнению и не могут быть освоены без осуществления сложных и дорогостоящих мелиоративных мероприятий.

Лужско-Плюсский ландшафт по сельскохозяйственному потенциалу значительно уступает предыдущему. Он характеризуется большой пестротой земельного фонда, связанной с пересеченностью камового рельефа, наличием крупных площадей заболоченных урочищ, а также болот. Общий «фоновый» недостаток — бедность почв, преимущественно песчаных по механическому составу. Позитивный природный фактор — относительно повышенная теплообеспеченность, но в силу особенностей структуры земельного фонда сельскохозяйственная освоенность имеет выборочный характер и пахотные земли разбросаны небольшими массивами.

Не останавливаясь подробно на двух других ландшафтах, отметим лишь, что их сельскохозяйственный потенциал очень невысок. По фоновым характеристикам климата и почв эти ландшафты можно отнести к «средним», т. е. типичным для северо-запада южной тайги и вполне пригодным для сельскохозяйственного освоения. Однако морфологическое строение их таково, что они могут быть использованы лишь выборочно. Значительная часть территории занята заболоченными урочищами, а освоение обширных систем водораздельных торфяников практически исключено. В результате сельскохозяйственное освоение приобрело здесь типично приречный характер. Описанные различия между ландшафтами хорошо отражаются в показателях их современной распаханности, которые ранее уже были приведены.

Таким образом, необходимость выделять в иерархии геосистем основную, или узловую, единицу диктуется не только теоретическими соображениями, но имеет и глубокий практический смысл. Ландшафт играет как бы организующую роль в необозримом многообразии геосистем различных уровней и рангов. По мнению В. Б. Сочавы, в ландшафте совмещаются все частные (отраслевые) системы районирования, т. е. с ландшафтом совпадают районы климатические, геоморфологические, почвенные и другие, и представление о ландшафте тем самым имеет организующее значение не только для

собственно физической географии, но и для отраслевых физико-географических дисциплин.

### **Компоненты ландшафта и ландшафтообразующие факторы**

Ландшафт состоит из компонентов, каждый из которых является «представителем» отдельных частных геосфер, входящих в географическую оболочку. В общей форме понятие о компонентах геосистемы, или природных географических компонентах, было дано во «Введении». Рассмотрим теперь это понятие подробнее и конкретизируем его применительно к ландшафту.

Каждый компонент представляет собой особый уровень организации вещества в эпигеосфере, и можно сказать, что это *первичный географический уровень* организации. Всякий компонент геосистемы — это достаточно сложное тело. Когда мы говорим, например, о жидком, или водном, компоненте, то имеем в виду вовсе не химически чистую, дистиллированную воду, а сложные растворы и взвеси, которые вода образует в реальной природной обстановке благодаря ее взаимодействию с другими компонентами. Воздушный компонент, атмосфера — это не стерильно чистая смесь газов, а сложная субстанция, всегда содержащая пары воды и твердые частицы (в том числе биогенного происхождения). Твердое вещество литосферы первичные горные породы — в пределах ландшафта (в зоне гипергенеза) подвергается механическому и химическому выветриванию, насыщается водой, атмосферными газами и живым веществом. Особенность географических компонентов состоит в том, что в каждом из них присутствует вещество всех остальных компонентов, и это придает им новые свойства, которыми не могло бы обладать химически чистое и физически однородное вещество. Так, влажный воздух отличается по своим физико-химическим свойствам от сухого, природные растворы — от химически чистой воды.

В системе организации вещества Земли географические компоненты занимают промежуточное (связующее) положение между простыми дискретными телами (минералы и горные породы, газы и газовые смеси, отдельные организмы и др.) и геосистемами. Поскольку компоненты геосистем — это результат взаимопроникновения и взаимодействия качественно разных тел, мы имеем основание рассматривать их как первую ступень географической интеграции; вторая ступень — собственно геосистемы как наиболее сложная форма организации природных тел на Земле. По отношению к геосистемам географические компоненты служат структурными частями первого порядка, точнее — частями их вертикальной (радиальной, ярусной) структуры, поскольку им присуще упорядоченное ярусное расположение внутри геосистемы.

Известно, что вещество Земли характеризуется сложной, как бы ступенчатой организованностью. Различным качественным формам существования природных тел свойственны свои структурные уров-

ни, или ступени, организации. Так, изучение живых систем возможно на нескольких, последовательно усложняющихся уровнях, начиная от молекулярного, через клеточный, организменный к популяционному и ценотическому. Именно последний отвечает компонентному уровню географического анализа. Иначе говоря, «представителем» биологической формы существования материи в геосистеме, ее биологическим компонентом служит биоценоз.

Говоря о *компонентах ландшафта*, необходимо учитывать, что в каждом из них различаются свои уровни территориальной дифференциации, аналогичные уровням, или рангам, геосистем. Поэтому компонент (скажем, твердый) эпигеосферы — это нечто иное, чем компонент ландшафта, а компонент ландшафта — это не то же, что компонент фации. Между территориальными категориями, или уровнями, геосистем и отдельных компонентов должна существовать определенная *таксономическая соразмерность*. Мы уже установили, что структурными частями фации служат наиболее дробные территориальные подразделения компонентов (элемент рельефа, микроклимат, почвенная разность, фитоценоз). В эпигеосферу на правах ее компонентов полностью входят частные геосферы как подчиненные системы глобального уровня.

Обратимся к собственно компонентам ландшафта. В определениях ландшафта обычно подчеркивается, что он имеет *однородный геологический фундамент*. Однородность — понятие относительное, и без четко оговоренных условий однородности оно имеет мало смысла. Однородность фундамента ландшафта должна быть связана со строением складчатого основания, его впадинами, выступами и структурами разных типов. Но связь эта часто имеет косвенный характер, особенно на древних платформах, где складчатое основание погребено под мощной толщей осадочных пород. Петрографический состав поверхностных горных пород, условия их залегания, а также режим новейших и современных тектонических движений служат основными показателями твердого фундамента ландшафта.

Что касается петрографического состава горных пород, то здесь подразумеваются как дочетвертичные, так и четвертичные породы, участие которых в формировании ландшафта может быть различным — главным образом в зависимости от мощности вторых. Характеристике горных пород ландшафта наиболее отвечает понятие о геологической формации как совокупности горных пород, близких по генезису и вещественному составу (например, флишевая формация, состоящая из чередующихся слоев песчаников, глин, мергелей; галогенная, красноцветная и другие формации). В платформенных равнинных ландшафтах геологическая колонка дочетвертичных пород, как правило, завершается породами одной формации, которые определяют общий характер рельефа, формируя его макроформы. Глубокий эрозионный врез нередко вскрывает более древние толщи разного петрографического состава (рис. 28), но это не дает основания отрицать, что геологический фундамент ландшафта построен

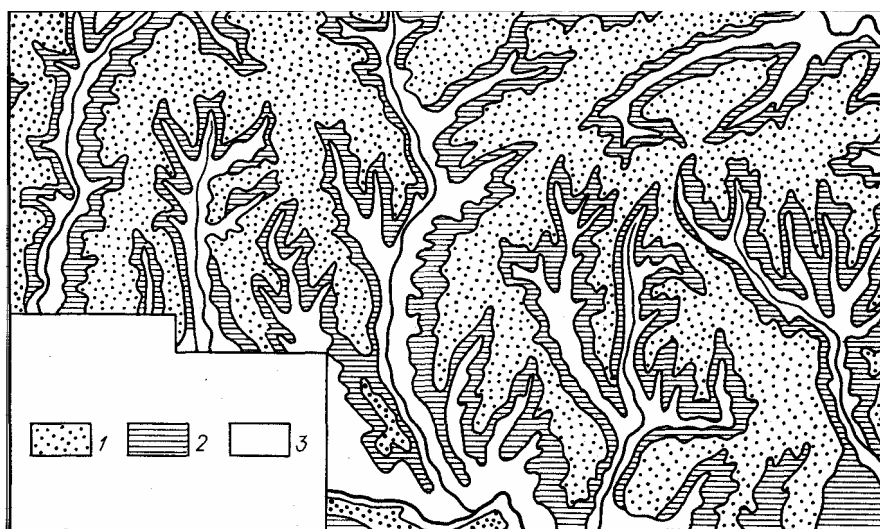


Рис. 28. Геологический фундамент ландшафтов южной части Среднерусской возвышенности (дочетвертичные породы): 1 — олигоценные песчано-глинистые отложения, 2 — эоценовые пески и песчаники, 3 — верхнемеловые отложения

одинаково, поскольку в этом случае смена различных геологических формаций есть результат действия не геологических факторов, а внутренних процессов, происходящих в самом ландшафте, и разнообразие пород проявляется лишь в морфологическом строении ландшафта.

В горах, где складчатое основание выходит на поверхность, фундамент одного ландшафта может быть образован комплексом пород, разных по возрасту и составу, но связанных с самостоятельным структурным элементом земной коры (с синклинальной или антиклинальной структурой, чередованием мелких складок, а также с интрузиями или эффузивными покровами).

При широком толковании твердого фундамента ландшафта в это понятие входит и *рельеф земной поверхности*, который тесно связан с геологическим строением. В рельефе также существуют свои территориальные градации разных порядков. Широко известны такие понятия, как мегарельеф, макрорельеф, мезорельеф, микрорельеф. Однако различия между этими категориями определяются не вполне четко, и прямую связь между ними и уровнями иерархии геосистем не всегда легко установить. Важнее различать морфоструктуры и морфоскульптуры, которые могут быть сопоставлены соответственно с региональными и локальными геосистемами. Ландшафт приурочен к самостоятельной морфоструктуре и в то же время характеризуется своеобразными морфоскульптурами (чаще — сочетанием различных морфоскульптур), т.е. ему соответству-

ет определенный геоморфологический комплекс, который связан с однородным геологическим фундаментом и однотипным характером экзогенных геоморфологических процессов. Сходные, повторяющиеся геоморфологические комплексы образуют один тип рельефа.

Таким образом, твердый фундамент ландшафта в широком смысле слова — это отдельная морфоструктура или ее часть, образованная породами одной формации (в орогенических областях — чаще комплексом пород разных формаций, приуроченных к одной геологической структуре), с закономерным набором скульптурных форм и коррелирующих с ними четвертичных отложений. В качестве примеров назовем: участок докембрийского кристаллического щита с комплексом форм экзарации и водно-ледниковой аккумуляции; структурное известняковое плато с карстовыми и насаженными ледниковыми формами; межгорную тектоническую впадину, заполненную сверху четвертичным аллювием и пролювием с соответствующей морфоскульптурой.

Следует предостеречь от автоматического отождествления ландшафта с территорией, занимаемой однородным геолого-геоморфологическим фундаментом. На однородном фундаменте могут образоваться разные ландшафты — в тех случаях, когда в его пределах наблюдаются широтно-зональные или долготно-секторные климатические различия.

К ландшафту следовало бы отнести в качестве одного из вещественных компонентов некоторую часть тропосферы, но ландшафтные границы в воздушной среде отличаются крайней изменчивостью и неопределенностью. Обычно компонентом ландшафта считается лишь определенная совокупность свойств и процессов атмосферы, называемая климатом. Представление о климате требует своего ранжирования в зависимости от территориальных масштабов проявления климатических процессов и их соотношений с общей региональной и локальной дифференциацией эпигеосферы. Это нашло свое выражение в таких понятиях, как макроклимат, собственно климат, местный климат (или мезоклимат), микроклимат.

С. П. Хромов<sup>1</sup> показал, что деление климата на категории различного территориального масштаба непосредственно вытекает из подразделения самих географических комплексов на таксономические единицы разного порядка, поскольку климат есть один из компонентов геокомплекса и в значительной мере им обусловлен. За основную климатологическую единицу С. П. Хромов принял *климат ландшафта*, который он предлагает называть просто климатом (собственно климатом). Климат урочища, представляющий собой особую локальную вариацию климата ландшафта, есть *местный климат*, а климат фации — *микроклимат*. Под *макроклиматом* подразумевается совокупность климатических черт данной географической области или зоны, т.е. высших региональных комплексов.

<sup>1</sup> См.: Хромов С. П. Климат, макроклимат, местный климат, микроклимат// Изв. Всесоюз. геогр. об-ва. 1952. Т. 84. Вып. 3.

Полное представление о климате ландшафта складывается, таким образом, из двух составляющих: 1) фонового климата, отражающего общие региональные черты климата, определяемые географическим положением ландшафта в системе региональной дифференциации, т.е. величиной получаемой инсоляции, атмосферной циркуляцией, гипсометрическим и барьерным положением, а также влиянием всех остальных компонентов; 2) совокупности локальных (мезо- и микро-) климатов, присущих различным фациям и урочищам. Фоновый климат есть некоторое интегральное понятие, которое не сводится к сумме локальных климатов и не может быть выведено из них. Представление о фоновом климате основывается на данных метеонаблюдений, которые имеют в значительной степени условный характер, но обеспечивают сравнимость всех ландшафтов в климатическом отношении. Наблюдения каждой метеостанции характеризуют прежде всего местный климат, т.е. климат того урочища, в котором станция расположена. Характеристику климата ландшафта следовало бы строить на данных нескольких станций, расположенных в типичных урочищах, но такое условие редко осуществимо, так как сеть метеостанций недостаточно густа.

В элементах климата наиболее ярко выражена континуальность эпигеосферы. Все климатические показатели изменяются постепенно и в пределах территории отдельного ландшафта варьируют в некотором диапазоне. Поэтому, как правило, они не могут быть выражены одним числом и требуют указания интервала значений. В связи с этим возникает серьезный и совершенно не затронутый исследованиями вопрос о допустимых пределах территориальных колебаний температуры воздуха, количества осадков и других элементов климата в границах одного ландшафта. Пока еще остается неясным тот порог территориального диапазона основных климатических характеристик, за которым следует говорить о новом ландшафте (для высших — зональных — единств многие такие пороги уже установлены). По этой причине климатические показатели очень редко используются для определения границ ландшафтов.

Гидросфера представлена в ландшафте крайне многообразными формами и находится в непрерывном круговороте, переходя из одного состояния в другое. В. И. Вернадский, рассматривая природные воды как своеобразные минералы, разработал их классификацию с учетом физического состояния (газообразная, жидкая, твердая вода), концентрации солей (воды пресные, соленые, рассольные), характера водовместилищ (воды озерные, речные, болотные и др.) и химического состава растворенных веществ. По классификации В. И. Вернадского, таких «минералов» на Земле получилось около 500, но при дальнейшем изучении эта цифра, по его мнению, достигнет 1000 — 1500.

Разнообразие природных вод тесно связано с ландшафтом. В каждом ландшафте наблюдается закономерный набор водных скоплений (текучих вод, озер, болот, грунтовых вод и др.), и все их

свойства — режим, интенсивность круговорота, минерализация, химический состав и т.д. — зависят от соотношения зональных и аazonальных условий и от внутреннего строения самого ландшафта, от состава его компонентов и морфологических частей.

Органический мир представлен в ландшафте более или менее сложным комплексом биоценозов. В отличие от фации ландшафт невозможно характеризовать каким-либо одним растительным сообществом или типом сообществ — ассоциацией, формацией и т.п. В одном и том же ландшафте встречаются сообщества, относящиеся к разным типам растительности. Например, почти в каждом ландшафте таежной зоны существует растительность лесного, болотного, лугового, а иногда еще и тундрового или других типов. С другой стороны, одна и та же растительная формация или ассоциация может встречаться в разных ландшафтах и не специфична для какого-либо одного из них. Следовательно, каждый ландшафт может быть охарактеризован лишь закономерным сочетанием различных растительных сообществ, образующих в его пределах характерные топо-экологические ряды, связанные со сменой местообитаний по урочищам и фациям. Топо-экологические ряды, отражающие упорядоченность размещения сообществ в конкретных ландшафтных условиях, кладутся геоботаниками в основу выделения геоботанических районов. Практически из этого следует, что ландшафту территориально соответствует самостоятельный геоботанический район.

Вопрос о животном населении как компоненте ландшафта разработан еще недостаточно. Бесспорно, однако, то, что зооценозы тесно связаны с ландшафтом и его морфологическими подразделениями. Некоторые виды животных более жестко приурочены к определенным местообитаниям и соответствующим фациям, другие более подвижны и периодически мигрируют, но миграции совершаются в пределах, определяемых теми или иными ландшафтными рубежами. Зоогеографы пришли к заключению, что «границы сообществ животных всегда совпадают с теми или иными природными ландшафтными границами (или с границами антропогенно-территориальных комплексов)»<sup>1</sup>.

Между почвами и ландшафтом существуют такие же отношения, как между ландшафтом и биоценозами. Вряд ли можно найти такой пример, когда в ландшафте была бы представлена только одна почва, т.е. почва одного вида. Почвы различных видов, а нередко и различных типов обычно образуют более или менее сложные территориальные комбинации, подчиненные морфологическому строению ландшафта. Всякий ландшафт охватывает закономерное территориальное сочетание различных почвенных типов, видов и разновидностей, которое соответствует одному почвенному району.

Некоторые географы пытались разделить компоненты ландшафта на «ведущие» и «ведомые» или на «сильные» и «слабые». Известен

<sup>1</sup> Дельцов-Бebutov А. М, Зоогеографическое картографирование и ландшафтоведение/ Ландшафтный сборник. М., 1970. С. 55.

«ряд Солнцева», в котором компоненты размещены от самых «сильных» до самых «слабых»: геологическое строение — литология - рельеф — климат — воды — почвы — растительность — животный мир <sup>1</sup>. По Н. А. Солнцеву, литогенные компоненты (т.е. все то, что связано с твердым фундаментом) являются ведущими факторами ландшафта, на втором месте стоят климат и воды, и самыми слабыми оказываются биогенные компоненты, которые полностью зависят от всех предшествующих им в ряду.

Эта точка зрения далеко не бесспорна. Существуют иные взгляды на роль отдельных компонентов в ландшафте как целостной системе. В. Б. Сочава считал, что тепло, влага и биота являются «критическими компонентами» геосистемы, поскольку они определяют ее энергетику и динамику. А. А. Крауклис различает три группы компонентов по их специфическим функциям в геосистеме: 1) инертные (минеральный субстрат и рельеф), представляющие «фиксированную основу геосистемы», 2) мобильные (воздушные и водные массы, сложенные веществом, у которого силы молекулярного сцепления относительно слабы), выполняющие в геосистеме обменные и транзитные функции, 3) активные, к которым относится биота, выступающая как важнейший фактор саморегуляции, восстановления, стабилизации геосистемы <sup>2</sup>.

А. А. Крауклис справедливо подчеркивает, что геосистема обязана своим существованием и развитием всем ее составляющим, и задача состоит не столько в том, чтобы разделить компоненты на первостепенные и второстепенные, сколько в выяснении того, каким образом каждый из них участвует в сохранении геосистемы как целого.

Абиогенные компоненты в известном смысле выступают в геосистеме как первичные по отношению к биоте — не только потому, что они возникли раньше в ходе эволюции Земли, но и вследствие того, что они составляют первичный материальный субстрат геосистемы, за счет которого организмы создают живое вещество. Кроме того, теоретически можно представить себе геосистемы, построенные только из абиотических компонентов, и практически таковые существуют (например, ледниковые). Такие геосистемы, без жизни и почвы, можно рассматривать как неполноразвитые или как «протоландшафты».

Однако после возникновения жизни как высшей формы организации вещества эпигеосферы состав и строение всех абиотических сфер претерпели существенную трансформацию. Живое вещество стало важным ландшафтообразующим фактором. Биологический круговорот привел к коренному преобразованию атмосферы, гидросферы и литосферы. Согласно В. И. Вернадскому, кислород, азот и углекислый газ атмосферы имеют биогенное происхождение; это значит, что

<sup>1</sup> См.: Солнцев Н. А. О взаимоотношениях «живой» и «мертвой» природы// Вестник Моск. ун-та, сер. геогр. 1960. № 6. С. 15.

<sup>2</sup> См.: Крауклис А. А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения. Новосибирск, 1979. С. 54.



современная воздушная оболочка создана организмами. Вся толща осадочных пород образовалась при прямом или косвенном участии организмов, им же принадлежит важнейшая роль в формировании газового и ионного составов природных вод. При определяющем участии биоты формируются почвы.

В современных ландшафтах биота служит наиболее активным компонентом. Она вовлекает в круговорот неорганическое вещество и создает биомассу, трансформирует солнечную энергию и накапливает ее в органическом веществе; через наземные растения «перекачивается» в атмосферу основная масса воды, испаряющейся с суши; велика роль биоты и в морфологической дифференциации ландшафтов, о чем уже говорилось.

Вещество литосферы, напротив, отличается наибольшей косностью, и только благодаря постоянной циркуляции воды в ее толще, проникновению кислорода, углекислоты и особенно воздействию организмов это вещество вовлекается в круговорот, преобразуется и обогащается. Поэтому не вполне логично считать наиболее пассивный, или консервативный, твердый компонент ведущим фактором ландшафта.

Понятие «фактор» очень широко, но не всегда корректно применяется в ландшафтоведении. Часто оно отождествляется с каким-либо компонентом, но фактор и компонент — не одно и то же. Под фактором подразумевается некоторое активное, деятельное начало, определяющее характерные черты или отдельные свойства процесса, системы и т.п. Важно подчеркнуть, что в ландшафте не может быть одного «ведущего» фактора, ибо ландшафт подвергается воздействию многих факторов, не исключających друг друга и играющих различную роль в формировании его разнообразных качеств и свойств. Ведущего фактора «вообще» не бывает. Можно говорить о факторах дифференциации и интеграции ландшафтов, о факторах их развития, размещения и т.д. И в каждом случае факторы будут разными. Так, наиболее четкие границы ландшафта (см. ниже) определяются факторами, которые сами отличаются большой устойчивостью, консервативностью и связаны со строением твердого фундамента ландшафта. Но в развитии ландшафта ведущим не может быть фактор, который по своей природе консервативен и изменяется медленнее других. Факторы развития ландшафта могут быть внешними и внутренними, те и другие требуют достаточно серьезного изучения. Напомним о многочисленных факторах дифференциации ландшафтов, которые были подробно рассмотрены в главе 2.

Строго говоря, определяющими факторами не могут быть компоненты ландшафта, если не считать того, что без них не было бы самого ландшафта и что ни один из компонентов нельзя заменить другим и в этом смысле все они равнозначны и имеют одинаково определяющее значение друг для друга. Между компонентами существует настолько тесная взаимная зависимость, что каждый из них является продуктом внутреннего взаимодействия, а кроме того,

воздействия *внешних* по отношению к ландшафту факторов. Поэтому ни климат, ни твердый фундамент нельзя называть «ведущими» факторами дифференциации ландшафтов. Такими факторами следует считать неравномерный приток солнечной радиации, вращение Земли, тектонические движения, циркуляцию атмосферы и др. Через климат и фундамент входные воздействия этих факторов передаются другим компонентам, но сам климат, как и твердый фундамент, является «продуктом» сложного взаимодействия внешних факторов и компонентов геосистемы (например, формирование климата во многом определяется подстилающей поверхностью, т.е. влиянием рельефа, горных пород, растительного покрова, водоемов; в известном смысле все они являются климатообразующими факторами) .

Понятие о ландшафтообразующих факторах, по-видимому, правильное связывать с внутренними и внешними энергетическими воздействиями, потоками вещества и процессами (например, стоком, движением воздушных масс), Иногда наряду с вещественными компонентами различают энергетические компоненты ландшафта, в том числе энергию солнечного излучения, тектонических и вулканических процессов, силы тяжести. Но правильнее, вероятно, было бы говорить об *энергетических факторах*. Энергетическую природу имеют, в частности, общеизвестные зональные и азональные факторы ландшафтной дифференциации.

### **Границы ландшафта**

Еще на заре ландшафтоведения Л. С. Берг говорил, что ландшафты разделяются *естественными границами*. Этим он хотел подчеркнуть, что границы ландшафта объективны, они существуют в самой природе и не должны проводиться произвольно, или субъективно. На практике, однако, ландшафтоведы нередко сталкивались с трудностями при выявлении пространственных рубежей. Оживленная дискуссия по этому вопросу возникла в начале 50-х годов, когда некоторые географы провозгласили идею линейности (резкости) всех ландшафтных границ. Большинство географов с этой точкой зрения не согласилось, ссылаясь на практический опыт, из которого известно, что в реальной действительности чаще приходится иметь дело с более или менее размытыми переходами между различными ландшафтами (как и между его морфологическими подразделениями) .

Линейные границы отвечали бы концепции дискретности геосистем, но, как мы знаем, в ландшафтной сфере дискретность диалектически сочетается с континуальностью, и проблема границ не может решаться простым проведением резких линий. Как правило, границы ландшафтов в пространстве представляют собой переходные полосы различной ширины.

Прежде всего следует подчеркнуть, что границы ландшафтов имеют разное происхождение и не могут быть объяснены действием

какого-либо одного «ведущего» фактора. Поскольку ландшафтная дифференциация обусловлена зональными и аazonальными (в широком смысле слова) факторами, эти же факторы в конечном счете обуславливают и пространственные границы ландшафтов. Зональные, а также секторные различия находят свое первичное выражение в климате, а аazonальные — в твердом фундаменте ландшафта, поэтому указанные компоненты непосредственно «ответственны» за ландшафтные рубежи. Конкретными причинами смены ландшафтов в пространстве могут быть постепенные зональные или секторные изменения климата, более или менее резкое изменение высоты над уровнем моря или экспозиции склона, смена морфоструктур и связанных с ними коренных или четвертичных пород (рис. 29).

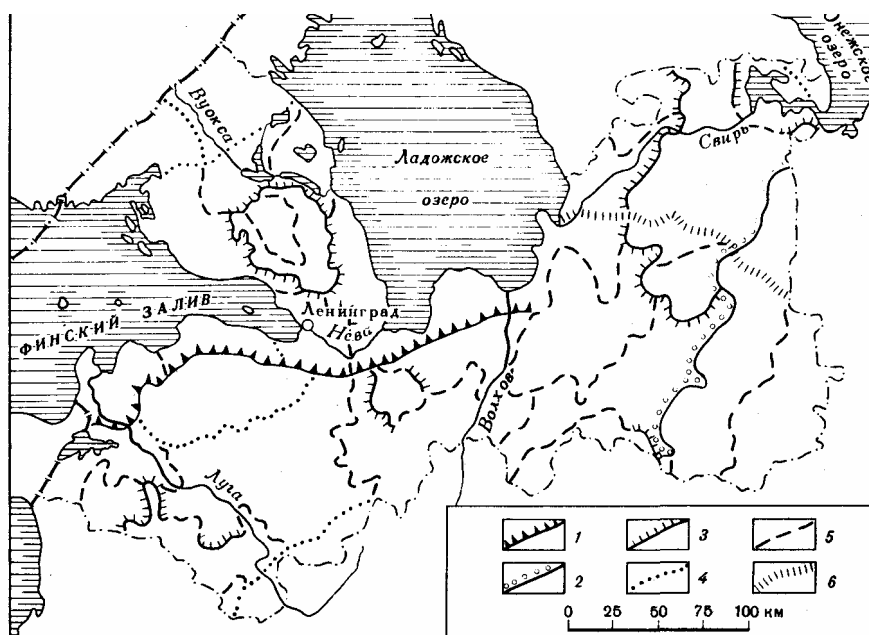


Рис. 29. Границы ландшафтов Ленинградской области:

1 — орографические рубежи (структурные уступы), сопровождаемые сменой коренных пород, 2 — структурные уступы, усложненные аккумуляцией моренного материала, имеющие вид широких скатов, 3 — орографические границы, сопровождаемые сменой четвертичных отложений, 4 — границы, обусловленные сменой коренных пород, но мало выраженные в рельефе, 5 — границы, обусловленные сменой четвертичных отложений и постепенным изменением абсолютных высот, 6 — зональные границы, частично проведенные с учетом орографии

Указанные причины влекут за собой изменения во всех компонентах ландшафта, так что границы ландшафтов имеют комплексный характер, они как бы складываются из многих частных границ. Но пространственные переходы у разных компонентов проявляются неодинаково. Известно, что климатические границы по своей приро-

де расплывчаты, почвенные и геоботанические могут быть и относительно четкими и расплывчатыми, геолого-геоморфологические чаще других бывают четкими.

Далее, следует принять во внимание, что пространственные рубежи изменчивы во времени, причем у разных компонентов степень этой изменчивости неодинакова и находится в прямой связи со степенью резкости или расплывчатости пространственных переходов.

Еще Ф. Энгельс писал, что «*Hard and fast lines [абсолютно резкие разграничительные линии]* несовместимы с теорией развития»<sup>1</sup>. «Для такой стадии развития естествознания, — говорит далее Энгельс, — где все различия сливаются в промежуточных ступенях, все противоположности переходят друг в друга через посредство промежуточных членов, уже недостаточно старого метафизического метода мышления»<sup>2</sup>. Именно старый метафизический метод требовал «твердых и прочных» границ. Как говорит Энгельс, «для повседневного обихода, для научной мелкой торговли метафизические категории сохраняют свое значение»<sup>3</sup>. Географ в своем повседневном обиходе также вынужден прибегать к метафизическим категориям, когда он, например, изображает на карте границу между двумя ландшафтами в виде линии.

Граница между смежными ландшафтами должна найти свое выражение в изменении их морфологического строения, т.е. набора морфологических единиц. По существу граница ландшафта должна складываться из границ отдельных «пограничных» урочищ, которые мы должны отнести либо к одному, либо к другому ландшафту. Однако если мы даже допустим, что границы урочищ всегда линейны (что в действительности случается очень редко), то из этого не следует, что граница ландшафта тоже будет линейной. Многие урочища имеют переходный характер и могут быть с равным основанием отнесены к обоим ландшафтам (примером могут служить водораздельные болотные массивы в тайге).

Очень часто типичные для данного ландшафта урочища не исчезают на его границе внезапно, а постепенно изреживаются в переходной полосе. Так происходит, например, с урочищами скалистых сельговых гряд на южной границе Балтийского щита (Карельский перешеек), которые к югу постепенно становятся более редкими, одновременно уменьшаясь в размерах и понижаясь. Таким образом, основываясь на изменениях морфологического строения ландшафтов как важном признаке их пространственных смен, мы также получим не линейные границы, а переходные полосы.

Граница ландшафта, следовательно, имеет определенную ширину и может практически (условно) рассматриваться как линия лишь в том случае, когда выражается в виде линии в масштабе карты. Действительная ширина ландшафтных границ варьирует в широких

<sup>1</sup> Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд. 1961. Т. 20. С. 527.

<sup>2</sup> Там же.

<sup>3</sup> Там же. С. 528.

пределах. Наиболее четкие границы связаны с азональными геологогеоморфологическими факторами, в особенности в тех случаях, когда выходы различных по петрографическому составу толщ образуют в рельефе четкие уступы (например, Балтийский глинт, чинки Устюрта). Достаточно отчетливые ландшафтные рубежи бывают связаны со сменой контрастных горных пород, если даже эта смена слабо выражена в рельефе. Менее определенны границы, связанные с постепенной сменой четвертичных пород, площади распространения которых языками, фестонами и отдельными пятнами заходят одна в другую (см. рис. 29).

Поскольку азональные факторы характеризуются более частой изменчивостью в пространстве, чем зональные, большинство ландшафтных границ имеет азональное происхождение. Но многие границы обусловлены зональными факторами. На обширных и однообразных по рельефу равнинах они создают наиболее расплывчатые ландшафтные переходы. В ряде случаев зональный рубеж накладывается на азональный и в этом случае образуются достаточно четкие ландшафтные границы. Таковы, например, многие участки границ между подтаежными и лесостепными ландшафтами на Русской равнине (например, на стыке Приволжской возвышенности и левобережной низменности, к которому приурочено русло Волги).

Следует подчеркнуть, что даже, казалось бы, самые четкие ландшафтные границы имеют сложный характер в силу уже отмеченного известного несовпадения рубежей отдельных компонентов. Так, ландшафты Онего-Валдайской гряды на западе отделяются довольно четкой орографической границей от прилегающих низменностей. Но геологическая граница («карбоновый глинт») расположена восточнее, так как погребена под моренной толщей, а климатическая граница, если ее проводить по осадкам, должна располагаться западнее орографической, ибо предвосхождение воздушных масс начинается еще на некотором расстоянии от орографического барьера. Последний принимается в качестве ландшафтного рубежа, поскольку фиксируется легче всего, а кроме того, имеет наиболее существенное значение для большинства компонентов.

Ландшафт — трехмерное тело, следовательно, у него должны быть внешние (вертикальные) границы в литосфере и тропосфере. Существует представление, согласно которому каждой таксономической единице геосистем соответствует определенный слой в географической оболочке, т.е. чем выше ранг геосистемы, тем больше ее вертикальная мощность. По В. Б. Сочаве, вертикальная мощность фации — 0,02 — 0,05 км, ландшафта — 1,5 — 2,0, ландшафтной провинции — 3,0 — 5,0, а широтного пояса — 8 — 17 км. Но подобное, чисто теоретическое суждение эмпирически трудно доказать.

Пределы ландшафта в атмосфере следует искать, очевидно, там, где влияние данного ландшафта на атмосферные процессы исчезает и горизонтальные (латеральные) климатические различия между ландшафтами сглаживаются. К. Н. Дьяконов установил, что в усло-

виях антициклональной погоды межфациальные различия в температуре воздуха в тундре сглаживаются уже на высоте 2 м, а в березовом криволесье — 4 — 5 м; границы урочищ по тому же признаку проходят на высоте 7 — 9 м. Но эти выводы построены лишь на одном климатологическом показателе, по разовым наблюдениям при одной синоптической ситуации, в условиях одного из сезонов года. Для ландшафтов пока нет даже подобных отрывочных данных.

В силу подвижности воздушной среды пределы влияния данной геосистемы, если бы мы и могли их установить в какой-то определенный момент, уже в следующий момент изменятся. Неопределенность верхних границ ландшафта усугубляется тем, что свойства воздуха над тем или иным ландшафтом обусловлены не только и не столько его непосредственным воздействием, сколько внешним влиянием. К этому следует добавить, что многие атмосферные явления (например, облачность, осадки) независимо от того, на какой высоте они происходят, характеризуют не только ландшафт, но и ландшафтные зоны, провинции и даже морфологические подразделения ландшафта. Поэтому теоретическое допущение о том, что с увеличением таксономического значения геосистемы возрастает ее верхний предел в атмосфере, едва ли имеет большой практический смысл, и поиски верхних границ ландшафта вряд ли следует считать актуальной задачей.

Между рангом геосистемы и ее нижними границами, по-видимому, не всегда существует прямая связь. Высшие азональные регионы, такие, как физико-географические страны, связанные с крупными геоструктурными подразделениями земной коры, уходят своими корнями в глубь литосферы. Но нижние пределы ландшафтных зон и подзон, существование которых определяется действием лучистой энергии Солнца, не могут опускаться так глубоко (по А. А. Григорьеву, их граница должна лежать не глубже 15 — 20 м). Логически границы ландшафта не могут располагаться ниже границы зоны и подзоны. Они определяются мощностью контактного слоя эпигеосферы (т.е. собственно ландшафтной сферы). Нижний уровень этого слоя определяется глубиной, до которой прослеживается непосредственное взаимодействие компонентов ландшафта и наблюдаются процессы трансформации солнечной энергии, круговорот влаги, выветривание, активная геохимическая деятельность организмов, а также сезонная ритмичность процессов.

Внутригодовые колебания температуры сказываются до глубины 20 — 30 м. Пределы проникновения свободного кислорода в земную кору обычно совпадают с верхним уровнем грунтовых вод. Наибольшая мощность зоны окисления составляет около 60 м (в особо трещиноватых породах — до 300 м). Мощность коры выветривания измеряется величинами от нескольких до десятков метров (реже до 100 м и более). Основная масса живого вещества подземных частей растений, микроорганизмов, беспозвоночных сосредоточена в почве и отчасти коре выветривания, в пределах верхних дециметров.

Некоторые грызуны проникают на глубину 5 — 6 м, дождевые черви — до 8 м. Корни растений могут проникать в материнскую породу на несколько десятков метров в глубину.

Таким образом, нижние пределы проявления важнейших процессов функционирования ландшафта сравнительно близки, хотя и не совпадают между собой. Трудно отдать предпочтение одному из многих показателей, однако порядок величины, характеризующей нижние границы ландшафтов, можно определить десятками метров, относя к ландшафтам зону гипергенеза. Практически нет оснований искать особые критерии для установления нижних рубежей фаций и урочищ — по существу они также, если не в большей мере, укладываются в указанные пределы. Однако границы ландшафта в литосфере не могут быть резкими. Горные породы, не измененные процессами выветривания и почвообразования, служат фундаментом ландшафта и постепенно вовлекаются в круговорот веществ. Изучая происхождение ландшафта, его структуру и функционирование, мы не можем абстрагироваться от его фундамента. Поэтому верхнюю толщу пород, подстилающую активный контактный слой литосферы, можно рассматривать как переходный горизонт или как внешний ярус ландшафта, в пределах которого его нижние пределы постепенно сходят на нет.

По существу аналогичным образом решается вопрос о верхней границе ландшафта. К ландшафтам бесспорно относится приземный слой тропосферы — до 30 — 50 м, а иногда и более над земной поверхностью, пронизанный надземными частями растительного покрова, включая слой в 10 м и более над его поверхностью, где сказывается влияние растительности на движение воздуха, осуществляется перенос пыльцы и диаспор, а многие насекомые проводят большую часть жизни. Влияние ландшафта можно различать до каких-то высот даже в свободной атмосфере, но здесь границы ландшафта становятся крайне расплывчатыми, и можно лишь условно говорить о переходном, или внешнем, верхнем ярусе ландшафта.

### **Морфология ландшафта**

**Фация как элементарная геосистема.** Раздел ландшафтоведения, имеющий дело с изучением закономерностей внутреннего территориального расчленения ландшафта и локальных геосистем, представляющих его морфологические составные части, называется морфологией ландшафта. В задачи этого раздела входит установление морфологических подразделений ландшафта, их таксономических уровней и иерархических отношений, характеристика и классификация единиц (по каждому уровню в отдельности), исследование пространственных соотношений и вещественно-энергетических связей (сопряженности) между локальными геосистемами.

Морфологическое строение ландшафта многоступенно, однако число ступеней может быть различным и соответственно ландшафты

разнообразны по степени сложности внутреннего территориального устройства. Универсальное значение имеют две основные ступени, установленные еще в 30-х годах Л. Г. Раменским — фация и урочище. Во многих ландшафтах выделяются промежуточные единицы, называемые подурочищами, местностями, а иногда бывает необходимо устанавливать дополнительные подразделения.

Фация, как следует из обзора локальной физико-географической дифференциации (глава 2), — предельная категория геосистемной иерархии, характеризующаяся однородными условиями местоположения и местообитания и одним биоценозом.

Фации давно выделялись и картировались в процессе ландшафтной съемки, но под разными названиями, так что у этого термина есть немало синонимов: эпиморфа (Р. И. Аболин), элементарный ландшафт (Б. Б. Полюнов, И. М. Крашенинников), микроландшафт (И. В. Ларин), биогеоценоз (В. Н. Сукачев) и некоторые другие. Большинство синонимов устарели и ныне не употребляются, однако в геохимии ландшафтов традиционно принято именовать фацию элементарным ландшафтом. Что касается биогеоценоза, то этот термин принят в биогеоценологии и по существу трактуется там как экосистема, пространственно совпадающая с фацией. В. Б. Сочава предложил понимать под биогеоценозом конкретный выдел фации, т.е. наименьший геосистемный индивид; фация же, по его представлению, — это низовое классификационное объединение биогеоценозов, т.е. типологическое понятие (вид биогеоценозов).

Фация служит первичной функциональной ячейкой ландшафта, подобно клетке в живом организме. С фаций следует начинать изучение круговоротов и трансформации энергии и вещества в геосистемах, включая биогеохимическую «работу» организмов. По существу на фациальном уровне ведется исследование вертикальных связей в ландшафте, а также многих аспектов его динамики. Первичная географическая информация, получаемая на площадках или «точках» полевого наблюдения и описания, относится именно к фациям. Особенно большое значение фации приобретают как основные объекты стационарных ландшафтных исследований.

Развитие стационарных исследований и накопление информации о структуре, функционировании и динамике фаций дало основание В. Б. Сочаву выделить в рамках ландшафтоведения геотопологию (термин Э. Неефа) как особое рабочее направление, основывающееся на стационарных исследованиях, в задачу которого входит изучение структуры, функций и динамики наиболее мелких подразделений природной среды, т.е. фаций. Однако, как мы уже знаем, фация — система разомкнутая, это наиболее открытая геосистема и, как отмечает В. Б. Сочава, она может функционировать только во взаимодействии со смежными фациями различных типов. Поэтому выделение вопросов, относящихся к геосистемам этого низового уровня, в самостоятельный раздел ландшафтоведения имеет условный характер. Первичными объектами ландшафтного исследования



должны служить не столько фации как таковые, сколько их сопряженные системы, присущие ландшафту как целому. В частности, только при таком подходе возможно изучать горизонтальные (латеральные) потоки вещества и энергии и территориальные связи в геосистемах.

Отличительные особенности фации как элементарной геосистемы — динамичность, относительная неустойчивость и недолговечность. Эти свойства вытекают из незамкнутости фации, ее зависимости от потоков вещества и энергии, поступающих из смежных фаций и уходящих в другие фации. Кроме того, подвижность фации как во времени, так и в пространстве связана с важной ролью наиболее активного компонента — биоты — в ее функционировании. В рамках фации воздействие биоты на абиотическую среду проявляется значительно ощутимее, чем в масштабах целого ландшафта. Конкурентные взаимоотношения сообществ (например, лесных и болотных), их сукцессионные и возрастные смены приводят к трансформации микроклимата, но не влияют сколько-нибудь ощутимо на климат ландшафта. В сущности, аналогичные соотношения наблюдаются и в других процессах. Локальный эффект роста оврагов, аккумуляции наносов, солифлюкции, мерзлотных просадок и т.п. очень велик и проявляется в трансформации фаций, причем это происходит буквально на наших глазах. Однако подобные локальные трансформации не изменяют характера ландшафта. Точнее — они могут в конце концов привести к трансформации ландшафта путем постепенного количественного накопления новых элементов его морфологической структуры, но для этого потребуется время, измеряемое иными масштабами. Ландшафт и фация несоизмеримы по их долговечности. Подвижность и относительная недолговечность фации означают, что связи между ее компонентами подвержены постоянным нарушениям. Отсюда следуют существенные дополнения к определению фации. Говоря о том, что все компоненты фации представлены в ней своими наименьшими и однородными территориальными выделениями, надо иметь в виду, что их полное совмещение в границах фации не абсолютно, а относительно или, говоря словами А. А. Крауклиса, прослеживается лишь как более или менее выраженная тенденция. Динамичность фации заставляет по-иному отнестись к традиционному представлению о ее однородности.

Биогеоценологи обратили внимание на внутреннюю неоднородность (мозаичность) биогеоценоза, связывая ее главным образом с функционированием биоты — изменениями сомкнутости древостоя в ходе роста и отмирания деревьев, а отсюда — неравномерной освещенностью под пологом; ветровалом и гниющими стволами, куртинным распространением подлеска, мозаичностью мохово-лишайникового покрова и т.п., вплоть до наличия трупов крупных животных. Отдельные участки внутренней мозаики биогеоценоза именуются парцеллами. По-видимому, далеко не все парцеллы

ют отношение к вопросам, интересующим ландшафтоведов. Однако сама по себе внутрифациальная неоднородность заслуживает внимания. Исследования ландшафтоведов показали, что она может иметь не только биотическое происхождение. Так, в тундре ярко выражена мозаичность геосистем, обусловленная мерзлотными процессами — образованием морозобойных трещин, солифлюкцией, пучением грунтов и т.п.

Элементы внутрифациальной мозаики (фациальные микрокомплексы, по В. А. Фришу) — неустойчивые, кратковременные образования, они являются носителями динамических тенденций фации, представляя «уровень формирования ландшафтных объектов — уровень, на котором впервые межкомпонентные взаимодействия приобретают характер ландшафтных (биогеоценологических) структур»<sup>1</sup>. Фациальные микрокомплексы — это своего рода зачатки, или зародыши, геосистем (конкретнее — фаций). Небольшие пятна сфагновых мхов под пологом леса могут дать начало самостоятельным фациям и урочищам, первоначальная эрозионная промоина — целой овражной системе. В. А. Фриш справедливо заметил, что изучение внутрифациальных микровыделов имеет прогнозное значение.

Не всегда легко решить, имеем ли мы дело с элементами внутрифациальной мозаичности или самостоятельными фациями (вспомним слова Ф. Энгельса о несовместимости абсолютно резких разграничительных линий с теорией развития). Можно согласиться с З. В. Дашкевич: если неоднородность выражается в одном компоненте (например, мозаичность мохово-лишайникового покрова), то она считается внутрифациальной, если же неоднородность затрагивает уже ряд компонентов, т.е. сказывается в растительности, почве, режиме увлажнения, — следует выделять самостоятельные фации (например, тундровые пятна и бугры)<sup>2</sup>. К этому следует добавить критерий необратимости: если мозаичность служит проявлением обратимых колебательных (ритмических) изменений в каком-либо компоненте — обычно в биоте (например, ритмическая возрастная смена древостоя), то ее надо рассматривать как явление, выходящее за рамки ландшафтно-географического анализа. В том же случае, когда внутрифациальная дифференциация представляет направленный процесс, ведущий к трансформации фаций и морфологического строения ландшафта в целом (расширение болотных фаций за счет лесных или наоборот, развитие эрозионных форм, расширение тундровых пятен и т.п.), новообразования следует рассматривать как самостоятельные фации, находящиеся на той или иной стадии формирования.

Огромное разнообразие фаций определяет актуальность их систематизации. Существуют разные подходы к этой сложной проблеме.

<sup>1</sup> Фриш В. А. Об элементарном уровне строения ландшафтной оболочки // Изв. ВГО. 1974. Т. 106. Вып. 4. С. 275.

<sup>2</sup> См.: Дашкевич З. В. Элементарные геосистемы в условиях тундры // Изв. ВГО. 1973. Т. 105. Вып. 2. С. 127.

В. Б. Сочава считал, что классификация фаций должна быть подчинена ландшафтам: первичные классификационные объединения фаций можно выделять только в пределах одного ландшафта, и лишь высшие классификационные категории — группы фаций, классы фаций и др. (классификационные объединения фаций разных порядков В. Б. Сочава называет геомерами) возможно установить в рамках более крупных физико-географических регионов. Ареал самой высокой классификационной единицы фаций — геомеа подчинен физико-географической стране.

Для систематизации фаций в пределах одного ландшафта В. Б. Сочава и А. А. Крауклис разработали принцип факторально-динамических фациальных рядов. Идея факторально-динамических рядов исходит из представления о наличии в каждом ландшафте некоторой фоновой «нормы», т.е. фации, типичной для данных зональных, секторных, высотных и других особенностей ландшафта. Такой нормой, или как бы эталоном, служит коренная плакорная фация, расположенная на хорошо дренированном местоположении с суглинистыми грунтами. Остальные фации рассматриваются как отклонения от нормы, обусловленные теми или иными факторами, и группируются в ряды по каждому фактору. Так, фации, формирующиеся в условиях преимущественного воздействия субстрата, образуют сублитоморфный ряд, при усиливающемся влиянии увлажнения — субгидроморфный ряд, при воздействии многолетней мерзлоты — субкриоморфный ряд и т.д.

Поскольку степень отклонения от эталонной, или коренной, фации может быть различной, в каждом ряду различаются фации мнимокоренные, с относительно слабыми отклонениями от «нормы», и серийные, формирующиеся при гипертрофированном воздействии одного из факторов, обычно неустойчивые и подверженные частой перестройке. Так, в Причунском ландшафте приангарской южной тайги коренная фация представлена пихтовым осочково-мелкотравным лесом со средне- и сильноподзолистыми суглинистыми почвами на присклоновых участках водораздельных равнин. В субгидроморфном ряду — от плакоров к водотокам — эта фация сменяется «полу-коренной» — пихтачами аконитово-разнотравными на дерново-подзолистых суглинистых почвах водосборных понижений и далее — через две промежуточные ступени — серийной фацией черемуховосмородиновых зарослей по временным водотокам. В сублитоморфном ряду фации изменяются по мере сокращения мощности почвы от суглинистого плакора до каменистых останцов и скал<sup>1</sup>.

Построение факторально-динамических рядов очень полезно для познания внутриландшафтных закономерностей, но, строго говоря, не относится к классификации. Различные ряды могут перекрываться, так как свойства фаций определяются не одним фактором. Одна и та же фация может принадлежать разным рядам, занимая одно-

<sup>1</sup> См.: Крауклис А. А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения. Новосибирск, 1979. С. 76 — 77, 103 — 104.

временное то или иное положение, например, в рядах усиления гидроморфности и литоморфности. Субкриоморфный ряд почти всегда перекрывается другими рядами. В каждом ландшафте могут оказаться свои специфические факторальные ряды, что затрудняет их сравнение.

При классификации фаций необходимо, очевидно, исходить из таких критериев, которые имеют определяющее значение в формировании фаций и универсальный характер, т.е. применимы если не ко всем, то к подавляющему большинству ландшафтов, притом это должны быть некоторые устойчивые признаки фации. Этим условиям отвечает местоположение как элемент орографического профиля. Как известно, важнейшие различия между фациями обусловлены их положением в ряду сопряженных местоположений. Фации закономерно сменяют друг друга по профилю рельефа на общем зонально-аональном фоне данного ландшафта (рис. 30). Поэтому важно

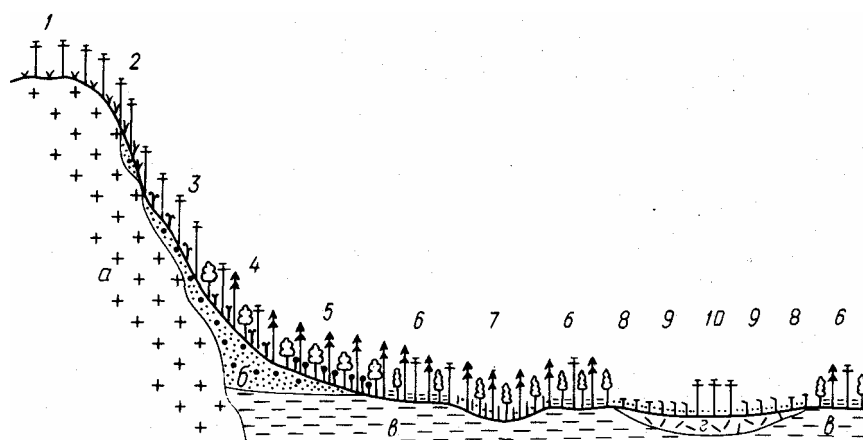


Рис. 30. Схематический ландшафтный профиль Северо-Западного Приладожья.

*Фации:* 1 — скальные вершины селгвых гряд с редкостойными лишайниковыми и моховолишайниковыми сосняками, 2 — крутые верхние склоны с редкостойными травяно-брусничными сосняками, 3 — нижние склоны с осветленными травяно-черничными сосняками, 4 — подножия селг с сероольхово-сосново-еловыми травяными лесами, 5 — пологие склоны ложбин с сероольхово-еловыми кисличными и широколиственными лесами, 6 — плоские днища ложбин с сырыми мелколиственно-сосново-еловыми лесами; 7 — понижение с заболоченными осоково-хвощево-сфагновыми елово-мелколиственными лесами, 8 — окраины болот (сфагново-травяные), 9 — осоково-сфагновые болота, 10 — осоково-сфагновые болота с угнетенной сосной.

*Материнские породы:* а — граниты, б — валунно-супесчаный делювий, в — озерные тяжелые суглинки, г — торф

установить основные типы местоположений, которым в условиях каждого конкретного ландшафта должны соответствовать определенные типы фаций.

Еще в 1906 г. Г. Н. Высоцкий предложил различать четыре типичных местоположения схематического орографического профиля

(в равнинных условиях) (рис. 31): 1) водоразделы и склоны с отдаленным уровнем грунтовых вод (плакоры), 2) ложбина на водораздельной поверхности («нагорная ложбина»), 3) нижние части склонов с близким уровнем грунтовых вод и 4) понижения с выходами грунтовых вод.

В 1938 г. Л. Г. Раменский разработал более подробную классификацию. Он различал прежде всего два главных типа местоположений — материковые, лежащие вне пойм и не затопляемые полыми водами, и пойменные. Первые подразделяются, в свою очередь, на верховые (с пятью подразделениями) и низинные (с четырьмя подразделениями). В основу выделения дробных подразделений положены источники водного питания (атмосферное, натежное, грунтовое) и условия стока, а также возможность смыва почвы в связи с положением в профиле рельефа.

Впоследствии Б. Б. Полынов, развивая идеи геохимии ландшафта, подошел к классификации элементарных ландшафтов (т.е. фаций) исходя из оценки условий миграции химических элементов. В основе его классификации также лежит идея сопряженности фаций в закономерном ряду местоположений, причем в качестве главного фактора, как и у Л. Г. Раменского, выступает водное питание и сток. Б. Б. Полынов различал три большие группы элементарных ландшафтов — элювиальные, супераквальные и субаквальные (рис. 32).



Рис. 31. Схема типичных местоположений по Г. Н. Высоцкому. Объяснения цифр см. в тексте

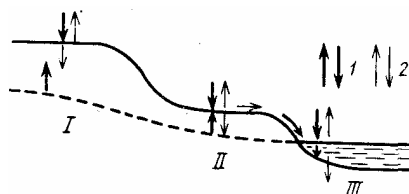


Рис. 32. Схема основных типов элементарных ландшафтов по Б. Б. Полынову. Элементарные ландшафты: I — элювиальный, II — супераквальный, III — субаквальный; 1 — поступление веществ в ландшафт, 2 — удаление веществ из ландшафта. Пунктир — уровень грунтовых вод

Элювиальные фации располагаются на приподнятых водораздельных местоположениях, т.е. на плакорах, где грунтовые воды лежат настолько глубоко, что не оказывают влияния на почвообразование и растительный покров. Вещество попадает сюда только из атмосферы (с осадками, пылью), расход же его осуществляется путем стока и выноса вглубь нисходящими токами влаги. Следовательно, расход вещества должен превышать его приход. При таких условиях происходит выщелачивание верхних горизонтов почвы и образование на некоторой глубине иллювиального горизонта.

В связи с непрерывным смывом почвенных частиц почвообразовательный процесс постепенно все глубже проникает в подстилающую породу, захватывая все новые ее части. В течение длительного времени, измеряемого геологическими масштабами, здесь образуется мощная кора выветривания, в которой накапливаются остаточные химические элементы, наименее поддающиеся выносу. Растительность в условиях элювиальных фаций должна вести борьбу с непрерывным выносом минеральных элементов. Борьба двух противоположных процессов — захвата элементов растительностью и выноса их из почвы нисходящими растворами — составляет характерную особенность элювиальных фаций, и «способностью растительности захватывать минеральные элементы объясняется тот факт, что даже среди водораздельных почв исключительно влажных стран отсутствуют абсолютно выщелоченные по отношению к какому-либо элементу»<sup>1</sup>.

Супераквальные (надводные) фации формируются в местоположениях с близким залеганием грунтовых вод, которые поднимаются к поверхности в результате испарения и выносят различные растворенные соединения. По этой причине верхние горизонты почвы обогащаются химическими элементами, обладающими наибольшей миграционной способностью (наиболее яркий пример — солончаки). Кроме того, вещество может поступать сюда за счет стока с вышележащих элювиальных местоположений.

Субаквальные (подводные) фации образуются на дне водоемов. Материал доставляется сюда главным образом стоком. Аналог почвы — донный ил нарастает снизу вверх и может быть не связан с подстилающей породой. В илах накапливаются элементы, наиболее подвижные в данных условиях. Организмы представлены особыми жизненными формами. Подводные местоположения резко отличаются от наземных по условиям минерализации органических остатков, и вместо гумуса здесь образуются сапропели.

Между тремя основными типами существуют различные переходы, с учетом которых М. А. Глазовская предложила более подробную схему ландшафтно-геохимической классификации фаций. Схема Б. Б. Плынова — М. А. Глазовской без особых трудностей сопоставляется с классификацией местоположений Л. Г. Раменского. Значение и универсальный характер той и другой подтверждается конкретным опытом полевого изучения и систематизации фаций, в частности исследованиями К. Г. Рамана в Латвийской ССР. Обобщая разработки названных авторов, можно наметить следующие основные типы местоположений, которым в конкретных ландшафтных условиях отвечают соответствующие типы фаций (рис. 33).

Группа *верховых* (по Л. Г. Раменскому), или *элювиальных* (по

<sup>1</sup> Плынов Б. Б. Учение о ландшафтах// Избранные труды. М., 1956. С. 498.  
145

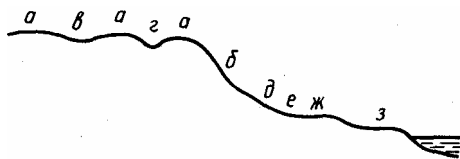


Рис. 33. Схема основных типов местоположений.  
Объяснения букв см. в тексте

Б. Б. Польшину), *местоположений*<sup>1</sup>. Л. Г. Раменский относит к этой группе местоположения, питаемые мало минерализованными водами атмосферных осадков, а также натечными («делювиальными») водами поверхностного стока; грунтовые воды лежат здесь глубоко (как правило, глубже 3 м) и практически недоступны растениям. В пределах этой группы выделяются следующие типы:

а) плакорные, или собственно элювиальные, к которым в наибольшей мере относится характеристика Б. Б. Польшину, приведенная выше; это водораздельные поверхности со слабыми уклонами (1 — 2°), отсутствием сколько-нибудь существенного смыва почвы и преобладанием атмосферного увлажнения;

б) трансэлювиальные (по М. А. Глазовской) верхних, относительно крутых (не менее 2 — 3°) склонов, питаемые в основном атмосферными осадками, с интенсивным стоком и плоскостным смывом и значительными микроклиматическими различиями в зависимости от экспозиции склонов;

в) аккумулятивно-элювиальные (по М. А. Глазовской), или верховые западины (по Л. Г. Раменскому), — бессточные или полубессточные водораздельные понижения (впадины) с затрудненным стоком, дополнительным водным питанием за счет натечных вод, частым образованием верховодки, но грунтовые воды остаются еще на значительной глубине;

г) проточные водосборные понижения и лощины — аналогичные предыдущим, но со свободным стоком;

д) элювиально-аккумулятивные, или трансаккумулятивные (по М. А. Глазовской), делювиальные (по К. Г. Раману) — нижних частей склонов и подножий, с обильным увлажнением за счет стекающих сверху натечных вод, нередко с отложением делювия.

Группа *низинных* (по Л. Г. Раменскому), или *супераквальных* (по Б. Б. Польшину), *местоположений* характеризуется близостью грунтовых вод, доступных растениям (не глубже 2 — 3 м). Сюда входят следующие основные типы:

е) ключевые (фонтанальные по К. Г. Раману), или транссупераквальные (по М. А. Глазовской), в местах выхода грунтовых вод,

<sup>1</sup> А. И. Перельман предложил термин «автономные элементарные ландшафты», однако автономность элювиальных ландшафтов, т.е. их независимость от надводных и подводных («подчиненных» по А. И. Перельману), весьма относительна.

а также притока натечных вод, с проточным увлажнением, обычно с дополнительным минеральным питанием (за счет элементов, содержащихся в грунтовых водах);

ж) собственно супераквальные — слабосточные понижения с близким уровнем грунтовых вод, обуславливающим заболачивание или засоление.

Группа *пойменных местоположений* (з), промежуточная между супераквальными и субаквальными Б. Б. Польшова, отличается регулярным и обычно проточным затоплением во время половодья или паводков и, следовательно, переменным водным режимом. Пойменные фации отличаются исключительной динамичностью и большим разнообразием в зависимости от микрорельефа, продолжительности поёмности и т.д.

Изложенная схема может служить в качестве некоторого общего ориентира и должна конкретизироваться в зависимости от характера ландшафтов, с учетом высотной амплитуды между крайними членами ряда, разнообразия экспозиций и форм склонов, состава почвообразующих пород и других местных особенностей.

**Урочища и другие морфологические единицы ландшафта.** Урочищем называется сопряженная система фаций, объединяемых общей направленностью физико-географических процессов и приуроченных к одной мезоформе рельефа на однородном субстрате. Наиболее отчетливо они выражены в условиях расчлененного рельефа с чередованием выпуклых («положительных») и вогнутых («отрицательных») форм мезорельефа — холмов и котловин, гряд и ложбин, междуречных плакоров и оврагов и т.п. Хотя процессы стока, местной циркуляции атмосферы, миграции химических элементов соединяют фации положительных и отрицательных форм рельефа в единый сопряженный ряд, нетрудно заметить, что верхние и нижние части этого ряда принципиально различаются по проявлениям этих процессов. Склоны холмов интенсивно дренируются, вещество отсюда выносится, холодный воздух стекает вниз, господствуют фации элювиальных типов. Во впадинах, ложбинах наблюдается переувлажнение, аккумуляция вещества, застаивание холодного воздуха, преобладают гидроморфные (супераквальные) фации.

На обширных плоских междуречьях, где нет контрастных форм мезорельефа, формирование урочищ определяется различиями материнских пород (их составом, мощностью, а при малой мощности и характером подстилающей толщи) и удаленностью от линий естественного дренажа. Последний фактор играет особенно большую роль в зоне избыточного увлажнения. По мере удаления от речных долин на междуречьях повышается уровень грунтовых вод, сток затрудняется, усиливается застой влаги, что неизбежно сказывается на почвенно-растительном покрове. В результате происходит смена урочищ (и фаций) по мере удаления от приречных склонов к центральным частям междуречий. Подобный случай уже был ранее рассмотрен на примере некоторых таежных ландшафтов СевероЗапада Русской равнины (см. рис. 26).



В переходных условиях, когда разные растительные сообщества оказываются в одинаковой экологической обстановке, решающую роль в дифференциации урочищ могут сыграть конкурентные взаимоотношения между сообществами. Еще Г. Н. Высоцкий заметил, что конкурирующие сообщества, поселившись рядом и удерживая свою территорию, все более изменяют местный климат, водный режим и почву. В результате урочища разных типов (например, массивы водораздельных лесов и участки луговых степей в лесостепной зоне) чередуются без какой-либо видимой закономерности.

Урочище — важная промежуточная ступень в геосистемной иерархии между фацией и ландшафтом. Оно обычно служит основным объектом полевой ландшафтной съемки (картирование фаций требует очень крупных масштабов и, как правило, ведется только на ключевых участках), а также ландшафтного дешифрирования аэрофотоснимков. При выделении ландшафтов «снизу», т.е. на основе их морфологического строения, географы опираются в основном на изучение урочищ и их характерных пространственных сочетаний. В прикладных ландшафтных исследованиях роль самой дробной территориальной единицы при учете и оценке земель и разработке рекомендаций по их рациональному использованию, как правило, играет урочище. Для этих целей оказывается слишком дробным объектом. С фациальной дифференциацией трудно считаться, например, при сельскохозяйственном освоении земель, когда важно создать достаточно крупные массивы угодий, и урочище в данном случае является наиболее оптимальной единицей.

По своему значению в морфологии ландшафта урочища могут быть фоновыми, или доминантными, субдоминантными и подчиненными (второстепенными). Деление это имеет смысл только в применении к конкретному ландшафту, так как роль одних и тех же (точнее — однотипных) урочищ в разных ландшафтах может оказаться неодинаковой: доминантные урочища одного ландшафта могут перейти на положение подчиненных в другом. Во многих ландшафтах ярко выражен доминантный тип урочищ, преобладающий по площади и создающий как бы общий фон ландшафта (рис. 34). Но часто для морфологии ландшафта характерно сочетание двух сопряженных типов урочищ, например грядовых и ложбинных, которые рассматриваются как содоминантные (рис. 35). Однако если оценивать значение урочищ не с формальных позиций (т.е. исходя лишь из соотношения их площадей), а с функциональной точки зрения, то в случае примерно одинакового площадного соотношения урочищ на положительных и отрицательных мезоформах рельефа правильнее первые считать доминантными, а вторые подчиненными, поскольку первые относительно автономны и в меньшей степени зависят от вторых, чем вторые от первых.

Урочища достаточно разнообразны по своему внутреннему (фациальному) строению, и поэтому возникла необходимость различать несколько категорий урочищ по степени их сложности. Наряду

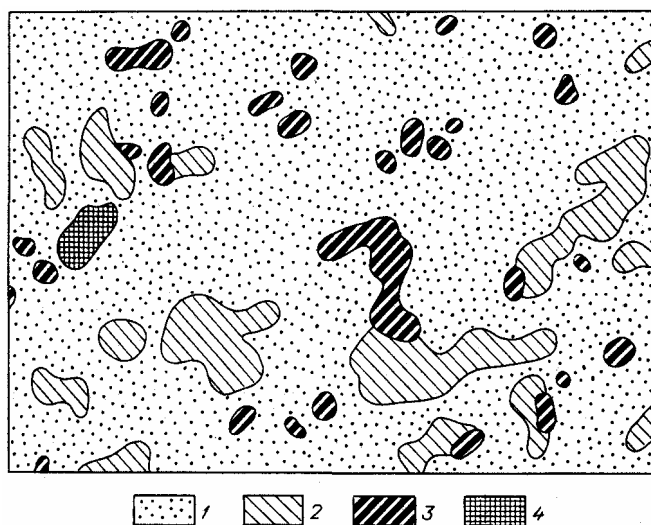


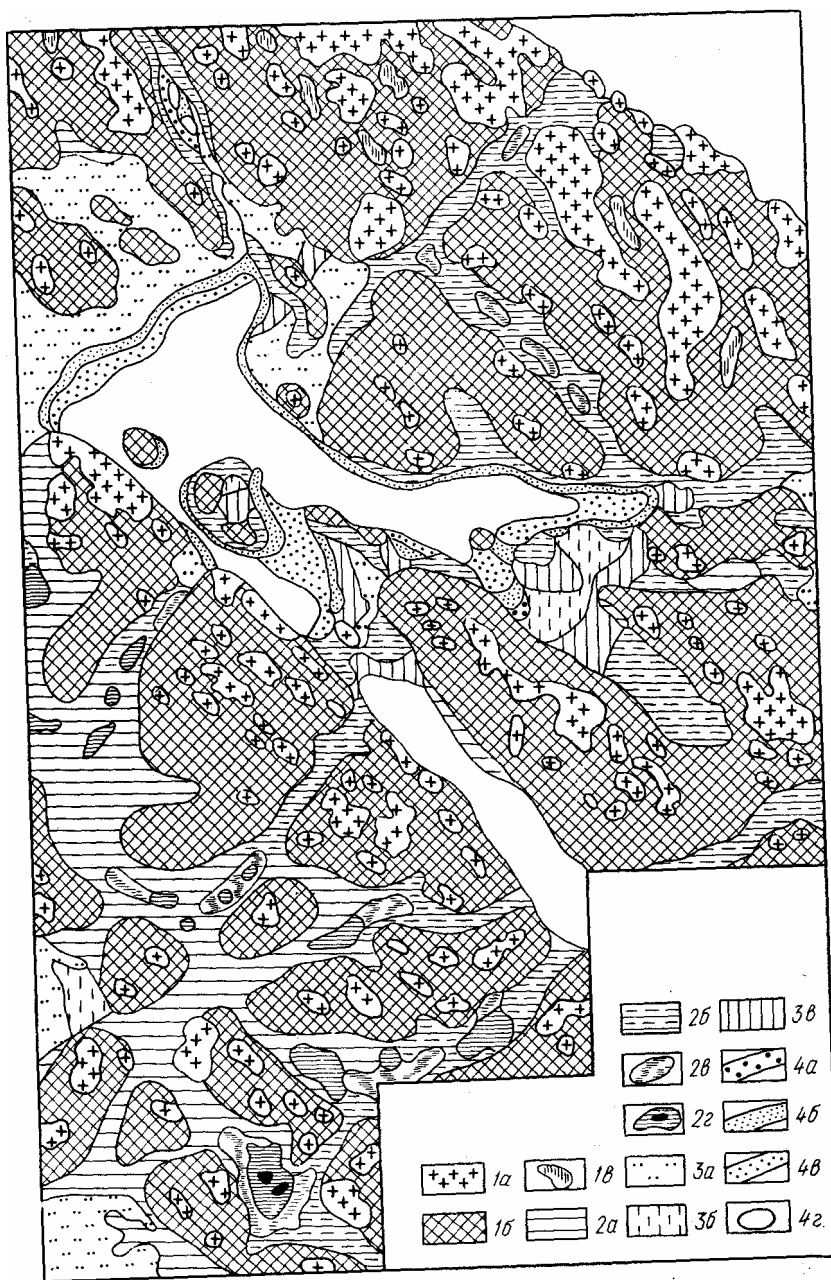
Рис. 34. Схема соотношений между преобладающими и второстепенными урочищами в ландшафте Приокской террасовой равнины (по Н. А. Солнцеву и др.).

*Фоновое доминантное урочище:* 1 — выровненная надпойменная терраса, сложенная песками, подстилаемыми с глубины около 3 м суглинками, с дерново-подзолистыми песчаными почвами под сосняками-зеленомошниками или вторичными березняками, частично распаханна. *Урочища субдоминанты:* 2 — сырые понижения, где пески на глубине менее 2 м подстилаются суглинками, с дерново-подзолистыми глееватыми и глеевыми супесчаными почвами под елово-сосновыми и осиново-сосновыми лесами долгомошниками-черничниками, 3 — кустарничково-пушицево-сфагновые и осоково-сфагновые болота с переходными торфяниками. *Второстепенное урочище:* 4 — понижения надпойменной террасы, сложенные суглинками с дерново-подзолистыми глееватыми и глеевыми легко- и среднесуглинистыми почвами под еловыми и дубовыми лесами с примесью сосны

с типичными, или *простыми урочищами*, которые отвечают приведенному выше определению и связаны с четко обособленной формой мезорельефа или участком водораздельной равнины на однородном субстрате с однородными условиями дренажа, выделяются *подурочища* и *сложные урочища* («надурочища», по выражению Д. Л. Арманда). Подурочище — промежуточная единица, группа фаций, выделяемая в пределах одного урочища на склонах разных экспозиций, если экспозиционные контрасты создают разные варианты фациального ряда. Например, типичный для сельговых гряд Северо-Западного Приладожья ряд фаций (см. рис. 30) с преобладанием сосняков разных типов представлен на северо-восточных склонах несколько иным вариантом, в котором участвуют фации с еловыми лесами. Подурочища могут быть выделены на склонах гряд и холмов с различной крутизной, на склонах долин или оврагов с неодинаковой освещенностью и т.п.

Сложные урочища формируются при следующих условиях:

1) крупная мезоформа рельефа с наложенными или врезанными мезоформами второго порядка (балка с донным оврагом, гряда с ложинами или оврагами, заболоченная котловина с озером);



2) одна форма мезорельефа, но разнородная литологически (Н. А. Солнцев с сотрудниками описали балку, вмещающую три самостоятельных урочища: а) верховье — полузадернованный сухой овраг в покровных суглинках, подстилаемых мореной, б) средняя часть — сырая балка с оползневыми склонами, вскрывающая юрские глины, в) низовье — сухая балка, вскрывающая каменноугольные известняки и имеющая структурно-ступенчатые склоны);

3) доминантное водораздельное урочище с мелкими фрагментами второстепенных урочищ или отдельными «чуждыми» фациями болотными, западинными, карстовыми, зоогенными (сурчинами) и т.п.

4) «двойные», «тройные» и т.п. урочища (например, система слившихся выпуклых верховых болотных массивов, каждый из которых представляет самостоятельное урочище).

Классификация урочищ разрабатывается на конкретном региональном материале в процессе составления крупно- и среднемасштабных ландшафтных карт. Хотя еще рано говорить о всеобъемлющей классификации, ибо для этого необходимо было бы покрыть детальной ландшафтной съемкой территорию всей страны, общие принципы такой классификации намечаются достаточно определенно. Как правило, за исходное начало принимается систематика форм мезорельефа с учетом их генезиса, морфографического типа и положения в системе местного стока. Таким образом, рельеф учитывается в тесной связи с естественным дренажем и увлажнением. Так, применительно к среднемасштабному ландшафтному картографированию Северо-Запада Русской равнины выделены следующие основные типы урочищ:

1. Холмистые и грядовые (сельговые, холмисто-моренные, камовые, озовые, дюнные), с большими уклонами, интенсивным дренажем, неустойчивым увлажнением (частый недостаток влаги) .

2. Междуречные возвышенные с небольшими уклонами (2 — 5%), хорошо дренируемые, с нормальным атмосферным увлажнением (в середине лета возможен недостаток влаги).

3. Междуречные низменные с небольшими уклонами (2 — 5%), умеренным дренажем, нормальным атмосферным увлажнением (в начале вегетационного периода кратковременная верховодка, в середине лета возможен недостаток влаги).

4. Междуречные низменные с малыми уклонами (1 — 2%), недо-

---

Рис. 35. Фрагмент карты ландшафта с грядово-ложбинкой морфологией.

*Урочища гранитных сельговых гряд: 1а — скальные фации, 1б — склоновые фации с неравномерным чехлом делювия и сосновыми лесами разных типов, 1в фации заболоченных лесов. Урочища межсельговых ложбин: 2а — широкие слабодренированные с ельниками-зеленомошниками, 2б — узкие с обильным проточным увлажнением и ельниками травяными, 2в заболоченные с сосново-березовыми лесами, 2г — безлесные травяные болота с реликтовыми озерами. Урочища межсельговых ложбин (окультуренные модификации): 3а — с суходольными лугами, 3б с лугами, заросшими таволгой, 3в — с лугами, зарастающими кустарниками и деревьями. Озера с фациями зон зарастания: 4а — сплавина, 4б мелководные фации с сомкнутыми зарослями тростника, хвоща и осоки, 4в — более глубоководные фации с кувшинкой, кубышкой и рдестом, 4г открытая водная поверхность*

статочным дренажем, кратковременно избыточным атмосферным или грунтовым увлажнением (в первой половине вегетационного периода).

5. Междуречные низменные с незначительными уклонами (менее 1%), слабым дренажем, длительным избыточным (кроме середины лета) атмосферным или грунтовым увлажнением.

6. Ложбины и котловины (межсельговые, межморенные, межкамовые, озерные) с незначительными уклонами (менее 1%), очень слабым дренажем, длительным (в течение большей части вегетационного периода) избыточным увлажнением — атмосферным, натеchnым, грунтовым.

7. Заторфованные депрессии и плоские болотные водоразделы с крайне слабым дренажем, постоянно избыточным застойным увлажнением — атмосферным, грунтовым и смешанным.

8. Долины рек с урочищами разных типов (глубоко врезаемые каньонообразные долины с крутыми склонами, увлажняемыми натеchnыми и ключевыми водами; поймы с периодическим слабо проточным переувлажнением; долины мелких речек и ручьев с длительным застоем паводковых, натеchnых и грунтовых вод).

На следующей ступени в классификацию вводится еще один важный признак — почвообразующая порода. В условиях СевероЗапада основные породы: известняки и доломиты и продукты их разрушения; карбонатная и бескарбонатная морена, преимущественно суглинистая, местами опесчаненная или прикрытая маломощным слоем песков или супесей; озерно-ледниковые ленточные глины и суглинки; озерно-ледниковые и древнеозерные пески и супеси; флювиогляциальные гравелистые пески; а также торф. На крайнем северо-западе Ленинградской области, в полосе, относящейся уже к Балтийскому кристаллическому щиту, на поверхность выходят плотные архейские кристаллические породы (граниты, мигматиты и др.), протерозойские граниты-рапакиви.

Сочетание основных факторов формирования урочищ — форм рельефа, состава почвообразующих пород и режима увлажнения<sup>1</sup> — определяет распределение почв и растительных сообществ. Почвы и растительный покров, не являясь определяющими критериями при классификации урочищ, служат важными индикационными признаками. Следует, однако, иметь в виду, что в разных ландшафтных зонах, подзонах и областях на одних и тех же формах рельефа и одинаковых материнских породах формируются неодинаковые местные климаты, условия увлажнения, почвы и биоценозы, а следовательно, неодинаковые урочища. Например, дренированные моренные междуречья в южной тайге характеризуются преобладанием

<sup>1</sup> Режим увлажнения — по существу производный фактор, определяемый как рельефом, так и характером рельефо- и почвообразующих пород. Так, трещиноватость гранитов и известняков способствует обезвоживанию поверхности; на морене и ленточных глинах часто образуется верховодка; те же породы, подстилающие пески, вызывают грунтовое переувлажнение.

еловых зеленомошных (кисличных, дубравнотравяных) лесов и типичных подзолистых почв, а в подтайге — сложными (кустарниковыми) ельниками или широколиственно-еловыми лесами на дерново-подзолистых почвах. Между более отдаленными зонами разница окажется еще более существенной. Поэтому классификацию урочищ, как и фаций, необходимо проводить на зонально-секторном фоне, т.е. привязывая ее к определенным группам ландшафтов или ландшафтными провинциями. Таким образом, путь к всеобщей классификации урочищ лежит через разработку региональных классификационных схем. Некоторой иллюстрацией может служить легенда к фрагменту ландшафтной карты северо-западной тайги (см. рис. 26).

Наиболее детальная классификация урочищ разработана А. А. Видиной для одного из районов западного склона Среднерусской возвышенности: пять основных групп по формам рельефа подразделяются на 48 вариантов; второй классификационный признак — поверхностные отложения (50 вариантов) и третий — почвенно-грунтовое увлажнение (18 градаций)<sup>1</sup>.

Самой крупной морфологической частью ландшафта считается *местность*, представляющая собой особый вариант характерного для данного ландшафта сочетания урочищ. Причины обособления местностей и их внутреннее строение очень разнообразны. Укажем некоторые наиболее типичные случаи:

1. В пределах одного ландшафта наблюдается некоторое варьирование геологического фундамента: неодинаковая мощность поверхностных отложений или во впадинах древних дочетвертичных пород залегают отдельными пятнами более молодые отложения и т.п. Пример формирования местностей при таких условиях приводит Н. А. Солнцев (рис. 36)<sup>2</sup>.

2. При одном и том же генетическом типе рельефа встречаются участки с изменяющимися морфографическими и морфометрическими характеристиками мезоформ. Пример, приведенный Н. А. Солнцевым: в холмисто-моренных ландшафтах наряду с участками, где закономерно чередуются урочища крупных моренных холмов и обширных котловин, есть участки, где чередуются мелкие холмы и мелкие же котловины.

3. При одинаковом наборе урочищ (например, зандровых борových и верховых болотных) в границах одного и того же ландшафта изменяются их количественные (площадные) соотношения.

4. Мезорельеф представлен формами разного порядка: в пределах крупных форм развиты формы второго порядка. К. И. Геренчук описал ландшафт Грядового Побужья (в верхней части бассейна Западного Буга), у которого самые крупные черты морфологии создают местности двух типов — грядовые и межгрядовые. Гряды

<sup>1</sup> См.: Видина А. А. Типологическая классификация морфологических частей ландшафта на равнинах// Ландшафтный сборник. М., 1973. С. 50 — 101.

<sup>2</sup> См.: Солнцев Н. А. Некоторые достижения и уточнения в вопросе о морфологии ландшафта// Вести. Моск. ун-та. Сер. геогр. 1961. № 3.

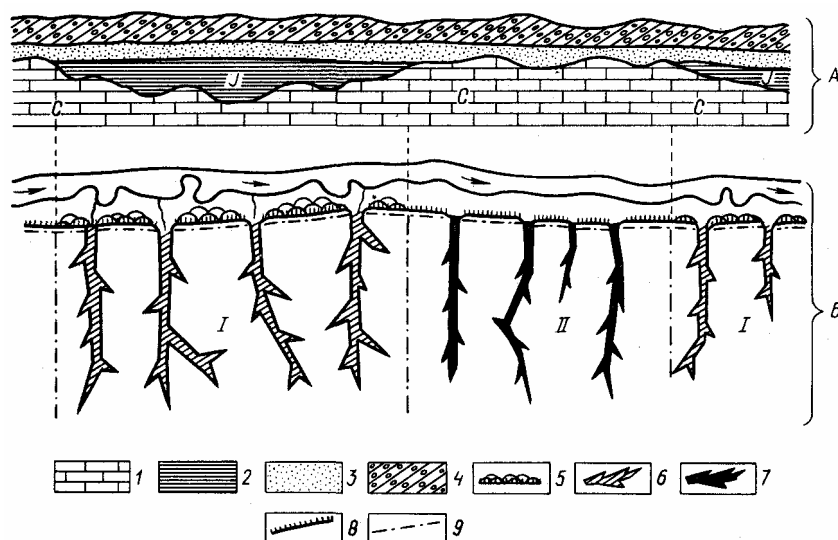


Рис. 36. Схема, поясняющая условия обособления местности как морфологической части ландшафта (по Н. А. Солнцеву):

А — геологический разрез: 1 — известняки карбона, 2 — юрские глины, 8 — подморенные флювиогляциальные пески, 4 — морена. Б — план участка речной долины с прилегающими к ней местностями: 1 — местность с урочищами мокрых оврагов, осложненных оползнями на юрских глинах, II — местность с урочищами сухих оврагов, прорезающих трещиноватые известняки, 5 — оползни, 6 — мокрые овраги с оползнями, 7 — сухие овраги, 8 — береговой уступ, 9 — границы местностей

простираются примерно на 25 км при ширине 1 — 5 км и относительной высоте 25 — 35 м. Они характеризуются следующим сочетанием урочищ: а) плакорных на плоских вершинах гряд, с оподзоленными черноземами; б) ложбинных на поверхности гряд со смытыми почвами на склонах и черноземно-луговыми оглееными в днищах; в) крутых склонов с темно-серыми и серыми (большой частью смытыми) почвами и г) балочных и овражных. Межгрядовые местности — плоские заболоченные долины шириной 0,5 — 2,0 км с урочищами: а) краевых полос с перегнойно-карбонатными почвами на меловых мергелях; б) участков с временно избыточным увлажнением и мощными дерновыми луговыми оглееными почвами; 3) заболоченных участков долин с торфяно-глеевыми почвами и осоково-разнотравным покровом; 4) торфяников.

В возвышенных ландшафтах с развитым долинным расчленением в качестве отдельных местностей можно рассматривать междуречья, надпойменные террасы, поймы с присущими им сочетаниями урочищ (в близком смысле Ф. Н. Мильков различает «типы местностей»).

5. Обширные и сложные системы однотипных урочищ, слившихся в процессе своего развития, например крупные системы водораздельных болот, дюнные гряды, карстовые котловины (поля).

6. В качестве особых местностей можно рассматривать фрагменты (группы урочищ) чуждых ландшафтов, вкрапленные в данный ландшафт. Этот случай типичен для ландшафтов области последнего материкового оледенения с их сложной морфоскульптурой и пестрым чередованием генетически разнообразных форм рельефа и поверхностных отложений. Так, среди холмисто-моренных ландшафтов с доминантными урочищами моренных холмов и подчиненными котловинными урочищами часто встречаются участки зандровых и озерно-ледниковых равнин разных размеров; среди ландшафтов моренных равнин — участки моренных и камовых холмов, впадины с озерно-ледниковыми отложениями и др.

Многие подразделения ландшафтов, выделявшиеся под названием местностей, имеют узко региональное значение и трудно сопоставляются с местностями других ландшафтов. Возможно, иногда под термином «местность» смешиваются внутриландшафтные единицы разного порядка. Некоторые из них близки к сложным урочищам (в особенности среди описанных выше под № 4 и 5)

Наибольшей сложностью отличается морфология горных ландшафтов. Все морфологические подразделения, выделяемые на равнинах, в том числе фации и урочища, имеют силу и для горных ландшафтов. Однако большие диапазоны высот, контрастность экспозиций и другие специфические черты горных ландшафтов требуют введения особой системы морфологических единиц, в которой отражалось бы сочетание планового морфологического строения с высотным. Последнее, в свою очередь, включает не только обычные топологические ряды фаций и урочищ по мезорельефу, но и высотные категории иного, более высокого уровня, связанные с высотной поясностью. На это сложное, но закономерное сопряжение геосистем по высоте накладываются «сквозные» формы рельефа, обязанные интенсивному проявлению гравитационных процессов и секущие «нормальные» ряды склоновых геосистем. Сюда относятся особо динамичные образования — селевые, лавинные, обвально-осыпные. Каждое из них состоит из нескольких сопряженных частей, которые могут рассматриваться как особые морфологические части ландшафта. Типично трехчленное строение. Так, лавинная система состоит из воронки лавиносбора, транзитной части — лавинного желоба и аккумулятивной части — лавинного конуса; селевая система — из верхней части, где накапливается рыхлый материал, транзитного селевого канала и селевого конуса. Каждый из этих трех элементов системы можно приравнять к рангу урочищ (преимущественно сложных). Однако вся система в целом не укладывается в общепринятый ряд морфологических единиц фация — урочище — местность и должна рассматриваться как геосистема особого рода, пока не получившая специального наименования.

Г. П. Миллер различает в ландшафтах Украинских Карпат восемь ступеней морфологического деления, в том числе фации, подурочища, простые и сложные урочища в общепринятом значении,



местности — как высотно-поясные образования, а кроме того, «стрии» (полосы), выделяемые в пределах местностей по литологостратиграфическим признакам, и секторы — самые крупные морфологические единицы в виде рядов «стрий», развивающихся в условиях одной солярной или ветровой экспозиции. Так, в одном из средне-горных флишевых ландшафтов выделяются два сектора: 1) югозападных наветренных склонов с буковыми и елово-пихтово-буковыми лесами и 2) северо-восточных подветренных склонов с еловыми и елово-пихтовыми лесами. Пример местности (для первого сектора): крутосклонное эрозионно-денудационное прохладное, влажное среднегорье с буковыми лесами на бурых горно-лесных почвах; среди «стрий» этой местности: мягкие ступенчатые сильно расчлененные склоны в мелкоритмическом сильноизвестковистом аргиллитовоалевролитовом флише с редкими прослоями песчаников, занятые влажными и сырыми елово-буковыми и еловыми супихтачами; пригребневые поверхности и склоны, сложенные мощными толщами конгломератов с влажными пихтовыми и буковыми сураменами<sup>1</sup>.

### **Проблемы типологии и формализации в морфологии ландшафта**

Морфологические единицы разных порядков, образуя более или менее сложные территориальные сочетания, создают внутренний узор, или рисунок, ландшафта, который фиксируется на карте в виде многообразных комбинаций различных контуров. Для многих ландшафтов характерно регулярное чередование (повторение) одних и тех же морфологических элементов, ориентированных в определенном направлении. Примерами могут служить упоминавшийся ландшафт Грядового Побужья, сельгово-ложбинные ландшафты карельской тайги, гривисто-ложбинные ландшафты западно-сибирской лесостепи, ландшафты пустынь с грядовыми песками.

Известны ландшафты, в которых морфологические подразделения последовательно сменяются в одном направлении, обычно в соответствии с общим уклоном поверхности (например, на наклонных подгорных равнинах, террасированных аллювиальных, озерных или морских равнинах). Для равнинных ландшафтов зоны избыточного увлажнения характерна, как уже отмечалось, закономерная смена урочищ в направлении от естественной дренажной сети к центру междуречий (рис. 37, А). Сходная закономерность наблюдается в ландшафтах эрозионных возвышенностей, хотя в основе ее лежат иные факторы (рис. 37, Б). Во многих случаях взаимное расположение локальных геосистем не обнаруживает какой-либо видимой закономерности и морфологический «узор» выглядит беспорядочно-пятнистым — с прихотливым чередованием разнотипных контуров

<sup>1</sup> См.: Миллер Г. П. Ландшафтные исследования горных и предгорных территорий. Львов, 1974. С. 34 — 35.

(рис. 37, В) или с отдельными пятнами второстепенных урочищ, разбросанными по фону урочища-доминанта (см. рис. 34, 37, Г).

Предпринимались попытки систематизировать разнообразие морфологических узоров ландшафтов, т.е. свести их к некоторому количеству типов, причем последние устанавливаются на основе подбора качественных геометрических моделей, в какой-то мере передающих характер внутриландшафтной мозаики. Выделяются, например, следующие типы: полосчатый, поясной, диффузный, дендритовидный, мозаичный. Можно, конечно, подобрать еще ряд более или менее подходящих геометрических выражений (например, решетчатый, веерообразный, концентрический и т.п.), но вряд ли найдется достаточное количество их, чтобы адекватно передать все возможные ситуации. Геометрические термины дают лишь очень приближенное представление о действительной форме морфологических подразделений и их соотношениях, а во многих случаях они просто неприменимы и географ вынужден прибегать к термину «неопределенный», который ни о чем не говорит.

Сложность проблемы усугубляется тем, что внутренний морфологический рисунок ландшафта многомерен: морфологические единицы первого порядка (например, местности) со своими специфическими очертаниями и пространственными соотношениями сами слагаются единицами второго порядка (урочищами), образующими уже как бы вторичный узор; каждое урочище, в свою очередь, обладает характерной фациальной структурой, создающей рисунок третьего порядка. По характеру размещения и форме урочищ в холмистоморенных ландшафтах мы могли бы назвать их морфологию «беспорядочно-округло-пятнистой», но размещение фаций на моренных холмах характеризуется рисунком, близким к концентрическому. Размещение водораздельных болотных урочищ во многих ландшафтах (например, на флювиогляциальных или моренных таежных равнинах) не обнаруживает какой-либо упорядоченности; они разбросаны округлыми контурами — разобщенными или сливающимися в сложные системы. Однако фациальная структура самих грядомочажинных болот строго упорядочена и имеет концентрический рисунок.

Следует подчеркнуть, что за внешним сходством морфологического рисунка, если бы даже нам удалось найти для него удачную геометрическую модель, часто скрываются принципиальные генетические и структурно-функциональные различия (достаточно напомнить о нескольких примерах «полосчатых» структур, которые приводились ранее). Заметим также, что *геометрический рисунок — это следствие генезиса системы, его внешнее проявление*. Поэтому мало смысла в поисках соответствующих геометрических терминов; целесообразнее классифицировать морфологические типы ландшафтов и именовать их по генетическим признакам. Говоря, например, об эрозионном, холмисто-моренном, суффозионно-просадочном, криогенном, пролювиальном и тому подобных типах морфологии, мы

даем представление о факторах или причинах, создавших внутреннее морфологическое разнообразие ландшафта, и о его внешнем виде, ибо хорошо известно, что эрозионное расчленение выражается в характерном дендритовидном узоре, суффозионно-просадочное «диффузное» рисунке округлых западни и т.д.

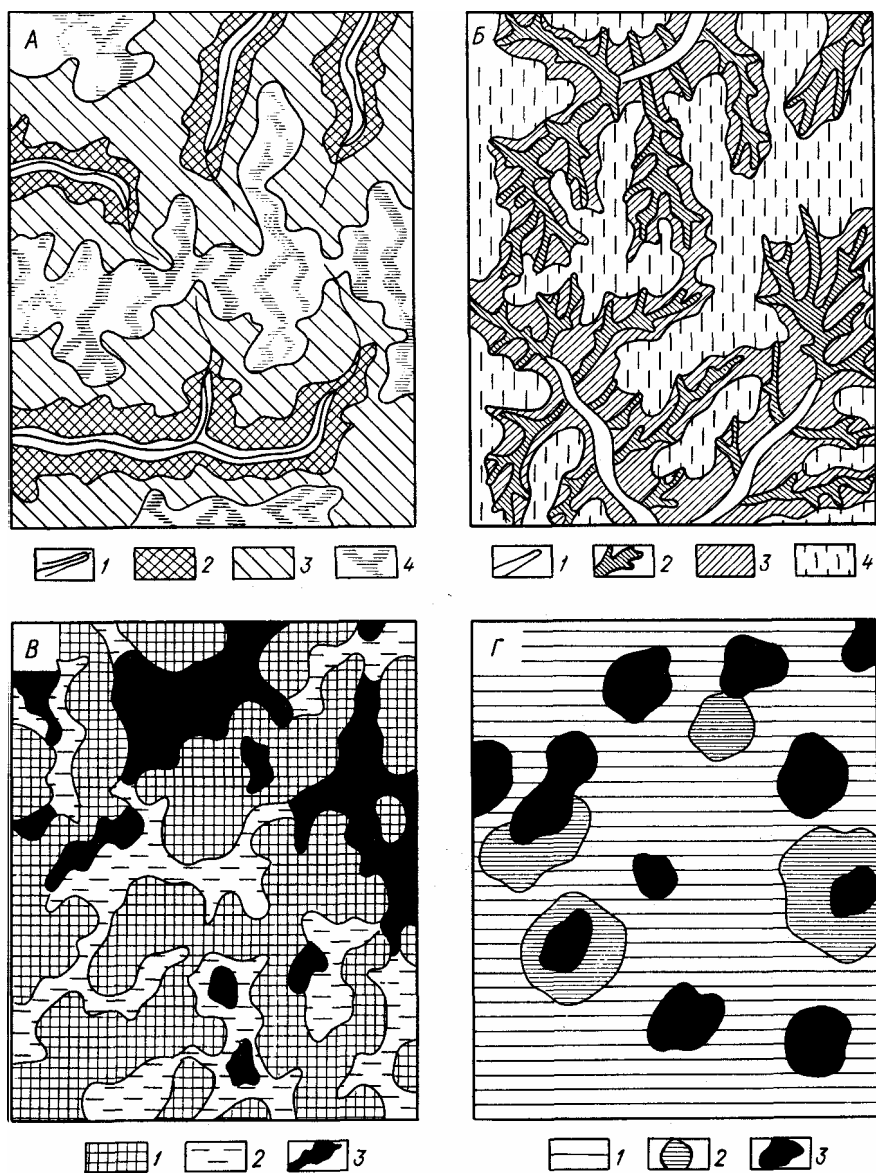


Рис. 37

Параллельно с опытом качественной классификации морфологических ландшафтных структур возникло иное направление, связанное с поиском количественных характеристик морфологии ландшафта и попытками ее формализации. К настоящему времени предложены десятки количественных показателей, которые должны дать разностороннюю характеристику формы, размеров, взаимного расположения морфологических единиц и степени морфологической сложности ландшафта.

Простейшие количественные показатели — число составляющих, т.е. типологических категорий единиц данного ранга (например, урочищ) в ландшафте, число отдельных контуров, площади составляющих — по типам и отдельным контурам, их линейные размеры, протяженность границ и т.п. — могут быть сняты непосредственно с ландшафтной карты (визуально или с помощью элементарных картометрических приемов). На основе этих первичных данных легко получить такие показатели, как средняя площадь контура, процентное соотношение площадей разных таксонов и числа контуров, которыми они представлены в ландшафте.

В свою очередь первичные материалы картометрических измерений служат источником для получения многочисленных математических характеристик различных сторон морфологии ландшафта — сложности рисунка контуров (степени их расчлененности), степени сложности или неоднородности («раздробленности») морфологического строения ландшафта в целом, а также характера взаимного расположения (соседства) контуров. Среди предложенных характеристик есть относительно простые показатели и сложные коэффициенты, расчет которых по специальным формулам требует трудоемких подготовительных работ и применения ЭВМ.

Для простейшей оценки степени расчлененности контуров ( $KP$ ) можно сопоставить длину границы контура ( $S$ ) с длиной окружности круга, равного по площади ( $A$ ) данному контуру:

$$KP = S/3,14A.$$

Л. И. Ивашутина и В. А. Николаев разработали серию математических показателей: коэффициенты раздробленности, неоднородно-

---

Рис. 37. Примеры морфологического строения некоторых ландшафтов:

*А — южнотаежная озерно-аллювиальная равнина:* 1 — речные поймы, 2 — приречные урочища с темнохвойными лесами, 3 — заболоченные урочища со сфагновыми сосняками, 4 — системы водораздельных сфагновых болот. *Б — лесостепная лёссовая эрозийная возвышенность:* 1 — речные поймы, 2 — балки и овраги, 3 — приречные и прибалочные склоны водоразделов со смытыми серыми лесными почвами, 4 — плакоры с серыми лесными почвами. *В — южнотаежная холмисто-моренная возвышенность:* 1 — моренные холмы с еловыми лесами, 2 — заболоченные котловины, 3 — озера. *Г — тундровая озерно-аллювиальная равнина:* 1 — плакоры с мохово-лишайниково-кустарничковым покровом, 2 — хасыреи (заболоченные днища спущенных озер), 3 — термокарстовые озера

сти, контрастности, соседства. Правда, они предназначены для характеристики ландшафтной структуры региональных систем более высокого ранга, чем ландшафт, и рассматриваются в главе 6, посвященной физико-географическому районированию.

К. И. Геренчук с сотрудниками использовали для анализа морфологического строения ландшафтов структурные (морфологические) схемы в виде графа и матрицы, гистограмму распределения местностей по площадям, коэффициент сложности, учитывающий число морфологических единиц и их площади. Авторы пытались найти совокупную меру сложности морфологического строения, которая учитывала бы число морфологических единиц, число видов морфологических единиц, соотношения их размеров и рисунок морфологического расчленения<sup>1</sup>. Наиболее подходящей для этой цели они считают вероятностную информационную меру разнообразия (иначе называемую энтропийной мерой неопределенности) К. Шеннона:

$$H = - \sum p_i \log_2 p_i,$$

где  $p_i$  — вероятность каждой морфологической единицы, которую можно задать в виде отношения ее площади ( $S_i$ ) к общей площади ландшафта ( $S_o$ ):

$$p_i = S_i/S_o.$$

Таким образом, сумма вероятностей равна 1,0. Структура, представленная одним элементом, будет иметь нулевую меру разнообразия, а представленная двумя равновеликими элементами — единичную меру (1 бит). С увеличением числа составных частей и изменением их соотношения  $H$  соответственно изменяется.

Расчеты производятся отдельно для видового и индивидуального разнообразия (т.е. по типологическим единицам того или иного ранга и по конкретным выделам). Естественно, для каждого иерархического уровня информационная мера сложности будет разной (например, разнообразие местностей по ландшафтам, урочищ по местностям, урочищ — по ландшафтам и т.д.), так что единой, «интегральной» меры морфологической сложности ландшафта не получается. Притом, как отмечают сами авторы, информационным мерам присуща определенная ограниченность, поскольку они не учитывают абсолютных размеров морфологических частей и различий рисунка морфологического расчленения.

Очевидно, невозможно дать полное математическое описание морфологии ландшафта. К существующим формулам, по-видимому, будут добавлены новые, и можно спорить об их относительных достоинствах и недостатках, но пока трудно оценить теоретическую или практическую значимость предложенных способов. Оценивая результаты любых расчетов, следует помнить, что они зависят от

<sup>1</sup> См.: Геренчук К. И., Топчиев А. Г. Информационный анализ структуры природных комплексов// Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1970. № 6. С. 132 — 140. 160

качества исходного материала, т.е. от ландшафтной карты — от ее полноты и точности, от принятой классификации отображенных геосистем, от степени и характера генерализации, от известного субъективизма в рисовке контуров и проведении границ. Результаты математического анализа по разным ландшафтам могут быть сравнимыми только в том случае, если они основаны на абсолютно однородном картографическом материале, что при нынешнем состоянии детального ландшафтного картографирования практически исключено. Крупно- и среднемасштабные карты, пригодные для морфологического и математического анализа на уровне локальных геосистем, пока составлены для относительно небольших и изолированных территорий, причем еще не выработаны единые нормативы на ландшафтные съемки разных масштабов и нет единых классификаций объектов съемки, т. е. геосистем разных рангов. Практически это означает, что существующие опыты математической интерпретации ландшафтных карт могут иметь лишь очень ограниченное значение, они сохраняют свою силу лишь для отдельных районов — в пределах площадей, покрытых однородными ландшафтными картами.

Для решения практических задач по хозяйственному освоению, использованию, мелиорации, охране природных комплексов важны не столько условные геометрические образы или математические модели территориальной структуры ландшафта, сколько реальные формы, площади и пространственные соотношения морфологических единиц, передаваемые ландшафтной картой (разумеется, если она достаточно детальна, точна и достоверна). Различного рода математические коэффициенты могут иметь лишь вспомогательное значение, и вряд ли роль исследований в соответствующем направлении следует переоценивать. Во всяком случае ландшафтная съемка (в плане как совершенствования ее теоретических основ и методов, так и расширения территориальной сферы (охвата) должна опережать математические расчеты.

Используя математические коэффициенты сложности, контрастности и т.п., мы не выходим за пределы описательной, или статической, морфологии, предметом которой остается по существу лишь изучение внешних форм, своего рода геометрии ландшафта. Между тем основную задачу морфологического исследования ландшафта следует видеть в познании взаимодействия его составных частей, их вещественно-энергетических отношений и динамики.

Морфологическое строение ландшафта не есть нечто застывшее, неизменное, оно непрерывно преобразуется в ходе развития ландшафта. Об изменчивости элементарных геосистем уже говорилось. Фации и урочища соединены разнообразными динамическими переходами, вследствие чего не всегда можно однозначно отнести ту или иную конкретную морфологическую часть ландшафта к одному из этих двух разрядов. Н. А. Солнцев ввел для подобных динамичных образований понятие *географическое звено*. Однородная фация, занимающая один элемент рельефа, с течением времени в результате

дифференциации превращается в урочище. Классический пример— степные западины (блюдца), на однородной поверхности которых постепенно формируется целая серия фаций, представленных ивняками, осиновой рощей («кустом»), а иногда еще и дубовыми насаждениями, которые сменяют друг друга от центра к периферии. Аналогичные процессы прогрессирующей локальной дифференциации наблюдаются на днищах спущенных реками термокарстовых озер (хасырях) и во многих других случаях.

Морфология ландшафта — один из аспектов его структуры; и внешний морфологический анализ — лишь шаг на пути к более глубокому функционально-динамическому исследованию.

## 4. Функционально-динамические аспекты учения о ландшафте



### Структура и функционирование ландшафта

Общее определение структуры как пространственно-временной организованности геосистемы, приведенное во «Введении», естественно имеет силу и применительно к ландшафту. Понятие структуры ландшафта имеет три аспекта, соответствующие трем этапам развития и усложнения этого понятия. Первоначальное представление сводилось к тому, что под структурой понималось *взаимное расположение составных частей*. В этом представлении заключен лишь чисто пространственный аспект структуры. При дальнейшем развитии понятия возник его функциональный аспект, который требует обращать внимание на способы соединения частей системы, т. е. на внутренние системообразующие связи. Однако представление о структуре ландшафта оставалось статичным, пока не появился третий, динамический, или временной, аспект, т. е. структура ландшафта стала рассматриваться не только как некоторая организованность его составных частей в пространстве, но и как *упорядоченность смены его состояний во времени*.

Таким образом, для познания структуры ландшафта следует в первую очередь четко определить все его составные части, а затем изучить «механизм» их взаимосвязей, памятуя при этом о динамическом подходе. Если представить структурную модель ландшафта в виде графа, то вершины последнего будут соответствовать структурным частям, а ребра — связям между ними (рис. 38). Структурная модель ландшафта существенно отличается от модели фации своей многоплановостью, или полисистемностью (по выражению В. С. Преображенского). Структурными элементами фации служат ее географические компоненты, а пространственная упорядоченность структуры (мы пока не будем касаться динамического аспекта) выражается в закономерном расположении компонентов по вертикали и существовании между ними вертикальных же потоков вещества и энергии. Изучение горизонтальной (плановой) внутрифациальной структуры, вообще говоря, не относится к задачам ландшафтоведения и географии, исключая случаи «зарождения» новых фаций, которые были рассмотрены нами ранее. На схеме (рис. 38) фации



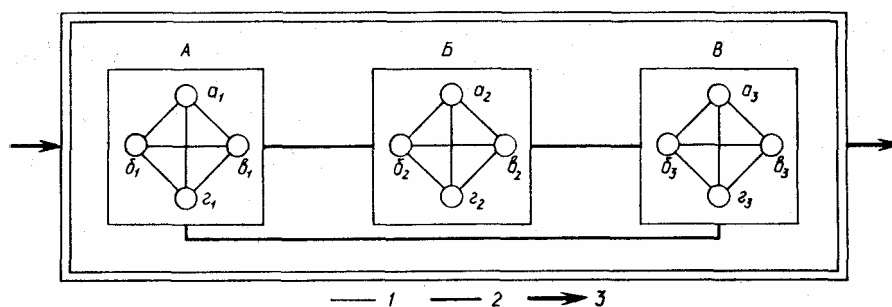


Рис. 38. Схематическая структурная модель ландшафта:

А, Б, В — элементарные геосистемы;  $a_{1-3}$ ,  $б_{1-3}$ ,  $в_{1-3}$  — структурные части (компоненты) элементарных геосистем; 1 — межкомпонентные (вертикальные) связи, 2 — межсистемные (латеральные) связи, 3 — внешние связи ландшафта (входные и выходные потоки)

изображены как моноструктурные системы с вертикальными, т. е. межкомпонентными, связями (в виде квадратов А, Б, В), которые, в свою очередь, рассматриваются как элементы структуры ландшафта.

В ландшафте, как мы знаем, различаются две системы внутренних связей — вертикальные и горизонтальные (латеральные), причем межкомпонентные (вертикальные) связи как бы опосредованы через латеральную структуру ландшафта, через сопряжение входящих в него элементарных геосистем. На рис. 38 латеральные связи показаны линиями, соединяющими блоки А, Б, В, ...

Локальные геосистемы разных порядков служат элементами латеральной структуры ландшафта, его блоками, или субсистемами. Следовательно, латеральная, или горизонтальная, структура ландшафта — это то же, что морфологическая структура.

Что касается вертикальной структуры ландшафта, то ее составными частями обычно принято считать отдельные географические компоненты — твердый фундамент, почву, биоту и т. д. Поскольку своими предельными (однородными) пространственными подразделениями они представлены в составе фации, ландшафт выступает как некоторая сложная интегральная система элементарных вертикальных структур. Однако если говорить о функциональном подходе к структуре, то анализ межкомпонентных связей не есть единственно возможный путь. Во-первых, далеко не всегда достаточно рассматривать каждый компонент как единое и неделимое целое, и в анализ приходится вовлекать определенные части, или элементы, компонентов, которые по отношению к геосистеме представляют структурно-функциональные подразделения второго порядка. Так, для понимания роли биоты в ландшафтном «механизме», в системе географи-

<sup>1</sup> Структуру ландшафта едва ли возможно отобразить с достаточной полнотой на плоскости, и рис. 38 дает о ней лишь крайне упрощенное представление: на нем показаны лишь морфологические части одного порядка (фации), притом условно обозначены только три блока; модель не отражает смены состояний и т. д. 164

ческих связей, важно различать три функционально разнокачественные (трофические) группы организмов — продуценты, консументы и редуценты. Далее, рассматривая функционирование в ландшафте основной, наиболее активной части биоты, представленной зелеными растениями, важно вычленил из нее всю совокупность ассимилирующих органов, а также подземную часть (корни) и массу транспортно-скелетных органов. Специфическую роль в ландшафтной структуре играет мертвое органическое вещество, сосредоточенное в подстилке, хотя в традиционном перечне географических компонентов подстилка отсутствует и обычно присоединяется к почве на правах ее нулевого горизонта.

Во-вторых, компоненты в общепринятом значении этого слова, строго говоря, не вполне соответствуют составным частям вертикальной структуры ландшафта, которые должны иметь упорядоченное расположение в вертикальном профиле геосистемы в виде ярусов, или горизонтов. Поэтому предпринимались попытки расчленил геосистему по вертикали на особые структурные части — «хорогоризонты», или «геогоризонты».

Согласно Н. Л. Беручашвили, элементарными структурно-функциональными частями ПТК служат так называемые геомассы — качественно разнообразные тела, характеризующиеся определенной массой, специфическим функциональным назначением, а также скоростью изменения во времени и (или) скоростью перемещения в пространстве  $\sim$ . Таковы аэромассы, фитомассы, зоомассы, мортмассы (массы мертвого органического вещества), литомассы, педомассы, гидромассы. Геомассы отличаются от компонентов большей вещественной однородностью. Например, под педомассой подразумевается не почва, а только почвенный мелкозем вместе с гумусом, т. е. органо-минеральная смесь, куда не входят почвенная влага, почвенный воздух, скелетная часть почвы, корни растений и почвенные животные. Под аэромассой имеется в виду «сухой воздух», т. е. смесь атмосферных газов без водяного пара и других примесей. Таким образом, компонент геосистемы в обычном понимании — это более сложное образование, чем геомасса: в нем присутствуют элементы всех геомасс, но одна из них преобладает, служит его основным субстратом.

Однородные слои в пределах вертикального профиля ПТК, характеризующиеся специфическими наборами и соотношениями геомасс, Н. Л. Беручашвили называет геогоризонтами. Основные из них: аэрогоризонт, аэрофитогоризонт (приземный слой атмосферы, пронизанный растениями), мортаэрогоризонт (с растительной ветошью), снежный горизонт, педогоризонт, литогоризонт. Каждый из них может быть подразделен в зависимости от количественного соотношения геомасс на геогоризонты второго порядка (например, в аэрофитогоризонте — горизонты с кронами, транспортно-скелетны-

<sup>1</sup> См.: Беручашвили Н. Л. Четыре измерения ландшафта. М., 1986. С. 22.

ми органами, травяным ярусом, моховым покровом; в педогоризонте — с разным содержанием почвенной влаги и корней).

Надо заметить, что понятия «геомассы» и «геогоризонты» разработаны применительно к элементарной геосистеме — фации и, следовательно, — к изучению первичных вертикальных связей в ландшафте. Поскольку геомассы и геогоризонты специфичны для разных фаций, установить их единую систему для ландшафта как целого практически невозможно, и поэтому традиционные компоненты сохраняют более универсальное значение при структурно-функциональном изучении геосистем разных уровней.

Состав и взаимное расположение частей — важные элементы понятия о структуре ландшафта, но сами по себе они еще не объясняют способа соединения частей, т. е. того, что составляет главное в представлении о структуре. Между геосистемами и между их блоками существуют крайне многообразные связи, которые можно классифицировать по их физической природе, направленности, значимости, тесноте, устойчивости и другим признакам. Первооснову этих связей составляет обмен энергией, веществом, а также информацией. Геосистемы пронизаны вещественно-энергетическими потоками разного происхождения и разной мощности. Следует различать потоки внешние (входные и выходные) и внутренние. Считается, что собственно системообразующее значение имеют внутренние потоки (т. е. потоки между блоками системы), которые по своей интенсивности намного превосходят внешние. Как уже отмечалось, известны два типа внутренних связей (потоков) — вертикальные и горизонтальные, последние играют организующую роль в интеграции простых геосистем в более сложные (геохоры).

Связи между частями системы могут быть односторонними и двусторонними, прямыми и обратными. При этом, по-видимому, помимо обмена веществом и энергией особую роль играют сигнальные формы связи, пока еще недостаточно изученные. Как известно, обратные связи бывают положительными и отрицательными. При положительной обратной связи процесс, вызванный действием того или иного фактора, сам себя усиливает. Примером может служить образование лавин (отсюда выражение — лавинообразное усиление процесса). При отрицательной обратной связи начавшийся процесс сам себя гасит. Так, оледенение возникает в результате воздействия климата при определенных гидротермических условиях, но ледниковый покров создает антициклон, ведущий к уменьшению осадков, питания ледника и его дальнейшего развития. Аналогичные явления можно наблюдать в формировании и развитии озер, болот, оврагов. С отрицательными обратными связями связана способность геосистем к саморегулированию, о чем подробнее пойдет речь в дальнейшем.

Таким образом, существо взаимосвязей в ландшафте не исчерпывается простой передачей вещества или энергии между компонентами или подчиненными геосистемами топологического уровня; вещественно-энергетические потоки подвергаются преобразованию

(трансформации), входные воздействия вызывают различные ответные реакции в каждом блоке геосистемы, при этом последняя приобретает новые качества.

Совокупность процессов перемещения, обмена и трансформации вещества и энергии в геосистеме мы назвали (см. «Введение») ее *функционированием*, функционирование ландшафта — интегральный природный процесс; близкий смысл А. А. Григорьев вкладывал в понятие «единый физико-географический процесс».

Функционирование ландшафта складывается из множества элементарных процессов, имеющих физико-механическую, химическую или биологическую природу (например, падение капель дождя, растворение газов в воде, поднятие почвенных растворов по капиллярам, испарение, фотосинтез, разложение органической массы микроорганизмами и т. п.). Все географические процессы могут быть в конечном счете сведены к подобным элементарным составляющим, но это означало бы редукцию, не отвечающую задачам познания геосистемы как целого и привело бы к потере этого целого.

Возможны разные подходы к географическому синтезу природных процессов и разные уровни этого синтеза. Один из них состоит в интеграции процессов раздельно по формам движения материи, т. е. в рассмотрении их на уровне физических, химических и биологических закономерностей и методами соответствующих наук. Такой подход вполне закономерен, на нем основано формирование особых направлений в науке — геофизики ландшафта, геохимии ландшафта и биотоки ландшафта (биогеоценологии) . Все они изучают функционирование ландшафта с позиций соответствующих фундаментальных наук. Однако в географической реальности элементарные природные процессы, связанные с отдельными формами движения, переплетаются и переходят друг в друга. С точки зрения географа, их расчленение искусственно и условно. Уже в отраслевых географических дисциплинах делается шаг к их синтезу. Так называемые частные географические процессы, например сток или почвообразование, нельзя считать только физическими, только химическими или биологическими. Физическая сущность стока элементарна — это всего лишь движение воды под действием силы тяжести. Однако географический смысл стока вовсе не сводится к простым законам механики. Сток — это одновременно процесс гидрологический, геоморфологический, геохимический и географический в широком смысле слова.

Сток, в свою очередь, служит лишь звеном еще более сложного и комплексного процесса — влагооборота. Рассматривая влагооборот как единый процесс, мы делаем еще один шаг к географическому синтезу, к познанию функционирования геосистем как целостных образований. Влагооборот — важная составная часть механизма взаимодействия между компонентами геосистем и между самими геосистемами, его можно определить как одно из главных *функциональных звеньев ландшафта*. Другим звеном является минеральный обмен, или геохимический круговорот. В совокупности влагооборот

и минеральный обмен (вместе с газообменом) охватывают все вещественные потоки в геосистеме. Но перемещение, обмен и преобразование вещества сопровождаются поглощением, трансформацией и высвобождением энергии — массообмен тесно связан с энергообменом, который также следует рассматривать как особое функциональное звено ландшафта.

Таким образом, мы получили три главных составляющих функционирования ландшафта. Но это лишь один подход к его изучению, который должен быть дополнен с учетом иных важных аспектов функционирования. В каждом из названных звеньев необходимо различать биотическую и абиотическую составляющие. Во влагообороте, например, с биотой связаны такие существенные потоки, как десукция и транспирация, участие воды в фотосинтезе, а также задержание части осадков листовой поверхностью и др. Биотический обмен веществ («малый биологический круговорот») — наиболее активная часть минерального обмена. Биологический метаболизм осуществляется, как известно, за счет использования солнечной энергии. Продукционный процесс и связанное с ним веществоно-энергетическое взаимодействие биоты со всеми остальными компонентами геосистемы — настолько важная составляющая в механизме функционирования ландшафта, что вполне закономерно выделять ее в особое функциональное звено, как бы перекрывающее три исходных звена, намеченных ранее. Подобное перекрытие служит доказательством единства функционирования геосистемы как целого. В сущности, перекрытия имеются между всеми звеньями. Транспирация, например, — составной элемент влагооборота и одновременно биологического метаболизма и энергетики геосистемы. Любое расчленение единого процесса функционирования на звенья условно и служит лишь методическим приемом в целях познания.

Далее, в каждом звене важно различать внешние (входные и выходные) потоки и внутренний оборот. Функционирование геосистем имеет квазизамкнутый характер, т. е. форму круговоротов с годичным циклом. Степень замкнутости цикла может сильно варьировать, представляя важную характеристику ландшафта. От интенсивности внутреннего энергомассообмена зависят многие качества ландшафта, в частности его устойчивость к возмущающим внешним воздействиям.

Для количественной оценки функционирования и соотношения между внешним и внутренним веществоно-энергетическим обменом необходимы данные по балансам различных видов вещества и энергии, т. е. нужно знать величины их поступления в систему, внутреннего обмена, трансформации и аккумуляции в системе и потерь за счет выноса во внешнюю среду (по выходным каналам). Изученность ландшафтов в этом отношении крайне недостаточна и неравномерна, так что пока еще приходится пользоваться отрывочными, не всегда однородными, а также косвенными данными.

## Влагооборот в ландшафте

Сложная система водных потоков пронизывает ландшафт подобно кровеносной системе. Посредством потоков влаги происходит основной минеральный обмен между блоками ландшафта. Внешние вещественные связи геосистемы также осуществляются преимущественно через входные и выходные водные потоки. Перемещение влаги сопровождается формированием растворов, коллоидов и взвесей, транспортировкой и аккумуляцией химических элементов; подавляющее большинство геохимических (в том числе биогеохимических) реакций происходит в водной среде.

Ежегодный запас обращающейся в ландшафте влаги составляют атмосферные осадки — жидкие и твердые, а также вода, поступающая в почву за счет конденсации водяного пара. Часть осадков перехватывается поверхностью растительного покрова и, испаряясь с нее, возвращается в атмосферу; в лесу некоторое количество стекает по стволам деревьев и попадает в почву. Влага, непосредственно выпадающая на поверхность почвы, частично уходит за пределы ландшафта с поверхностным стоком и затрачивается на физическое испарение, остальное количество фильтруется в почвогрунты и образует наиболее активную часть внутреннего влагооборота. Относительно небольшая доля расходуется на абиотические процессы в почве, участвует в гидратации и дегидратации, более или менее значительное количество почвенно-грунтовой влаги выпадает из внутреннего оборота (потери на подземный сток); при иссушении почвы влага поднимается по капиллярам и может пополнить поток испарения. Однако в большинстве ландшафтов почвенные запасы влаги в основном всасываются корнями растений и вовлекаются в продукционный процесс.

Интенсивность влагооборота и его структура (соотношение отдельных составляющих) специфичны для разных ландшафтов и зависят прежде всего от энергообеспеченности и количества осадков, подчиняясь зональным и аazonальным закономерностям, рассмотренным в главе 2. В табл. 5 приведены величины основных элементов водного баланса для некоторых типов ландшафтов, а рис. 39 представляет собой пример схематической модели влагооборота в ландшафте.

По данным табл. 5 можно судить о соотношениях внутренних и внешних потоков влаги и интенсивности внутреннего влагооборота. Величина суммарного (поверхностного и подземного) стока служит показателем выходного потока влаги. Если принять, что в среднегодовом выводе приход влаги извне сбалансирован с ее расходом на сток, то следует считать, что поступление осадков в ландшафт извне (адвективных) количественно равно годовому стоку. Абсолютные величины внешнего влагообмена хорошо увязываются с общими зонально-аazonальными закономерностями циркуляции атмосферы: наиболее обильное поступление внешних осадков (и соответственно

**Т а б л и ц а 5. Основные элементы водного баланса типичных ландшафтов в различных зонах (средние годовые показатели)**

Ландшафты	Осадки, мм	Испарение, мм	Сток, мм	Коэффициент стока
Тундровые восточноевропейские	500	200	300	0,60
Северотаяжные восточноевропейские	600	300	300	0,50
Среднетаяжные восточноевропейские	650	350	300	0,45
Южнотаяжные восточноевропейские	675	400	275	0,40
Подтаяжные восточноевропейские	700	450	250	0,35
Подтаяжные западносибирские	550	475	75	0,15
Широколиственные западноевропейские	750	525	225	0,30
Широколиственные восточноевропейские	650	520	130	0,20
Лесостепные восточноевропейские	600	510	90	0,15
Лесостепные западносибирские	425	410	15	0,04
Степные северные восточноевропейские	550	480	70	0,12
Полупустынные казахстанские	250	245	5	0,02
Пустынные туранские	150	150	(1)	(0,01)
Субтропические влажные лесные восточно-азиатские	1600	800	800	0,50
Пустынные тропические североафриканские	(10)	(10)	(1)	(0,01)
Саванновые опустыненные североафриканские	250	240	10	0,04
Саванновые типичные североафриканские	750	675	75	0,10
Саванновые влажные североафриканские	1200	960	240	0,20
Влажные экваториальные центрально-африканские	1800	1200	600	0,35
Влажные экваториальные амазонские	2500	1250	1250	0,50

наиболее интенсивный вынос воды из ландшафта) наблюдается в экваториальных широтах, а также в муссонных тропиках и субтропиках, затем в приокеанических областях пояса западного воздушного переноса. Наиболее слабые входные и выходные потоки влаги свойственны внутриконтинентальным областям и особенно поясу тропической пассатной циркуляции.

Обобщенным показателем внутриландшафтного влагооборота можно считать суммарное испарение. При наличии достаточного запаса влаги его интенсивность определяется энергоресурсами. Поэтому четко выраженный пик внутреннего оборота влаги также приходится на экваториальную зону, и отсюда происходит закономерный спад к полюсам, но на этом общем фоне резкими «провалами» выглядят аридные зоны и сектора.

Соотношения между внешним и внутренним влагооборотом выражаются коэффициентом стока или дополняющим его до единицы коэффициентом испарения. Как следует из табл. 5, только в высоких широтах внешние потоки влаги превосходят внутренний оборот, в гумидных экваториальных, тропических и субтропических ландшафтах оба типа потоков примерно равны, с усилением аридности доля внутреннего оборота растет, хотя по абсолютной величине он уменьшается.

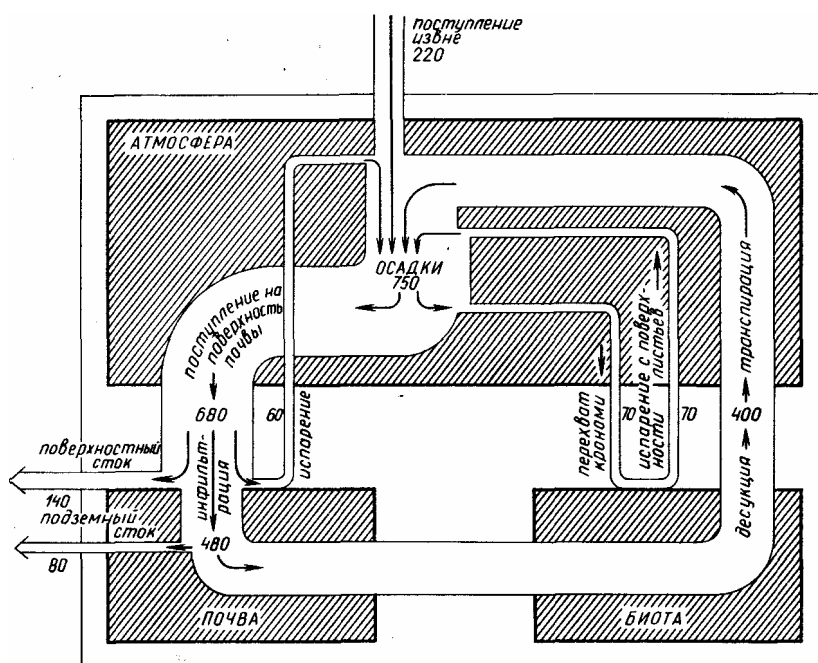


Рис. 39. Схема влагооборота в широколиственном лесу (в мм)

Во внутриландшафтном влагообороте основную роль играет биота, особенно лесные сообщества. Кроны деревьев перехватывают до 20% и более годового количества осадков (сосняки — 140 — 150 мм, ельники — 200 — 230 мм, экваториальные леса — до 500 мм). Основная их часть, как уже отмечалось, испаряется, но некоторое количество стекает по стволам деревьев (табл. 6).

Однако главное звено биологического влагооборота — транспирация. На единицу продуцируемой фитомассы (в сухой массе) расходуется в среднем около 400 мас. ед. воды — в холодном и влажном климате меньше, в жарком и сухом — больше (например, у бука — 170, лиственницы — 260, сосны — 300, березы — 320, дуба — 340, у растений пустынь — до 1000 — 1500). Из этого количества в состав живого организма входит менее 1% — примерно 0,75% свободной воды и 0,15% содержится в сухой массе (в виде водородных атомов молекулярной воды, связанных при фотосинтезе с атомами углерода). Основная масса почвенной влаги, потребляемой растениями, транспирируется. В плакорных условиях наибольшее количество влаги перекачивает в атмосферу влажный экваториальный лес, примерно в 2 раза меньше — суббореальный широколиственный лес; в холодном климате транспирация резко снижается (табл. 7), а в экстрааридном она минимальна (хотя доля осадков, расходу-



Т а б л и ц а 6. Влияние леса на атмосферные осадки

Типы лесов	Годовые осадки, мм	Пропускается через крону		Стекает по стволам		задерживается кронами и испаряется	
		мм	%	мм	%	мм	%
Еловый (Западная Европа)	1216	893	73	9	1	314	26
Буковый (Западная Европа)	1216	922	76	201	16	93	8
Тиковый (Индостан)	-	-	73	-	6	-	21
Сухой субэкваториальный	1200	960	80	20	1,5	220	18,5
Экваториальный (Кот-д'Ивуар)	1800 1950	1500 1615	77— 90	15	1	170 425	10— 22
Экваториальный (Малайзия)	2500	2000 2050	80— 82			450 500	18— 20

Т а б л и ц а 7. Интенсивность транспирации в различных ландшафтах

Типы сообществ	Годовые осадки, мм	Годовая транспирация, мм	Доля транспируемых осадков, %
Альпийский луг (Австрия)	1100	50	5
Альпийские кустарниковые пустоши (Центральные Альпы)	870	100 — 200	11 — 23
Мохово-лишайниковая тундра (Сибирь)	500	80 — 100	16 — 20
Северная тайга	525	290	55
Буковый лес (Дания)	840	522	62
Дубрава (Восточная Европа)	589	421	71
Луговая степь (Восточная Европа)	400	200 — 320	50 — 80
Степь	430 — 500	200	40 — 46
Маквис (Восточное Средиземноморье)	650	500	77
Чаппараль (Калифорния)	500 — 600	400 — 500	80 — 83
Сухой субэкваториальный лес (Центральная Африка, Шабa)	1200	850	71
Дождевой тропический лес (Кения)	1950	1570	80
Влажный экваториальный лес (Кот-д'Ивуар)	1800 — 1950	975 — 1000	51 — 54
Влажный экваториальный лес (Малайзия)	2500	1350	54
Камышовые и тростниковые заросли (Центральная Европа)	800	1300 — 1600	160 — 190
Сырой луг (Австрия)	860	1160	135

емых на транспирацию, в аридных условиях обычно значительно больше, чем в гумидных). В гидроморфных условиях, при наличии подтока поверхностных или грунтовых вод, транспирация может превосходить количество осадков.

В ландшафтах с развитым растительным покровом транспирация

намного превышает физическое испарение, и подавляющая часть влаги поступает от подстилающей поверхности в атмосферу через транспирацию. Так, в экваториальных лесах Малайзии годовая величина транспирации составляет 1350 мм, а испарение с поверхности почвы — всего лишь 25 мм. Только через транспирацию «дождевых» экваториально-тропических лесов в атмосферу поступает 62% влаги, испаряющейся с суши. Если же учесть возврат осадков, перехватываемых кронами деревьев, то в целом биота обеспечивает не менее 70 — 80% внутреннего оборота влаги между атмосферой и остальными блоками наземных геосистем. Растительность прямо или косвенно способствует уменьшению выходного потока влаги путем сокращения поверхностного стока; при наличии мощной подстилки из растительных остатков поверхностный сток может практически прекратиться.

### **Биогенный оборот веществ**

Биогеохимический цикл, или «малый биологический круговорот», — одно из главных звеньев функционирования геосистем. В основе его — продукционный процесс, т. е. образование органического вещества первичными продуцентами — зелеными растениями, которые извлекают двуокись углерода из атмосферы, зольные элементы и азот — с водными растворами из почвы. Около половины создаваемого при фотосинтезе органического вещества (брутто-продукции) окисляется до  $\text{CO}_2$  при дыхании и возвращается в атмосферу. Оставшаяся (за вычетом затрат на дыхание) фитомасса называется чистой первичной продукцией. Часть ее поступает в трофическую цепочку — потребляется растительноядными животными (фитофагами); следующий трофический уровень представлен плотоядными животными (зоофагами).

При переходе от одного трофического уровня к другому отношение биомасс уменьшается на 2 — 3 порядка, т. е. в  $n$ : 100 —  $n$ : 1000 раз. Особенно большой разрыв наблюдается в лесах, где основная масса гетеротрофных организмов приходится на сапрофагов. Согласно Р. Уиттекеру, в злаковниках животные в среднем потребляют 10 — 15% чистой первичной продукции, в лесах — 4 — 7%, в пустынях и тундрах — 2 — 3%. Эффективность роста, т. е. отношение вторичной продукции к потреблению, в сообществах злаковников и пустынь составляет примерно 15%, а у всех остальных сообществ суши — 10%. В результате получается, что вторичная продукция на суше составляет менее 1% от первичной, за исключением степей и саванн (табл. 8).

Основная часть фитомассы после отмирания разрушается животными-сапрофагами, бактериями, грибами, актиномицетами. В конечном счете мертвые органические остатки минерализуются микроорганизмами (в меньшей степени путем абиотического окисления). Конечные продукты минерализации возвращаются в атмосферу

**Т а б л и ц а 8. Соотношение первичной и вторичной продуктивности в разных сообществах (по Р. Уиттекеру)**

Сообщества	Фитомасса, т/га	Чистая первичная продукция, т/га год	Потребление животными, т/га год	Вторичная продукция, кг/га х год	Биомасса животных, кг/га
Влажные тропические леса	450	22	1,53	152,9	194
Тропические сезонные листопадные леса	350	16	0,96	96,0	107
Вечнозеленые леса умеренного пояса	350	13	0,52	52,0	100
Листопадные леса умеренного пояса	300	12	0,60	60,0	157
Тайга	200	8	0,32	31,7	48
Саванны	40	9	1,33	200,0	147
Степи умеренного пояса	16	6	0,60	88,9	67
Гундра	6	1,4	0,04	3,8	4
Пустыни и полупустыни с кустарниками	7	0,9	0,27	3,9	4
Настоящие пустыни; полярные зоны	0,2	0,03	0,00008	0,008	0,008
Болота и марши	150	20	1,6	160	100

(CO<sub>2</sub> и другие летучие соединения) и в почву (зольные элементы и азот). Процессы созидания и разрушения биомассы не всегда сбалансированы — часть ее (в среднем менее 1%) может выпадать из круговорота на более или менее длительное время и аккумулироваться в почве (в виде гумуса) и в осадочных породах.

Биологический метаболизм характеризуется многочисленными показателями, в том числе относящимися к внутренним обменным процессам в самом биоценозе — между его различными трофическими уровнями, таксономическими группами, зелеными (фотосинтезирующими), нефотосинтезирующими надземными и подземными частями фитоценоза и др. Для географа первостепенный интерес представляют взаимоотношения биоценоза как целого с другими блоками геосистемы, зависимость биогенных потоков и биологической продуктивности от географических факторов, закономерности их проявления на региональном и локальном уровнях, степень замкнутости или открытости биологического круговорота и его роль во внутреннем механизме функционирования ландшафта и его внешних связях.

С этой точки зрения, важнейшие показатели биогенного звена функционирования — запасы фитомассы и величина годичной первичной продукции, а также количество опада и аккумулируемого мертвого органического вещества. Для оценки интенсивности круговорота используются производные показатели: отношение чистой первичной продукции к запасам фитомассы, отношение живой фито-массы к мертвому органическому веществу и др. Для характери-

ки вклада биоты в функционирование геосистем особенно важны биогеохимические показатели: количество элементов питания, потребляемых для создания первичной биологической продукции (емкость биологического круговорота) и их химический состав, возврат элементов с опадом и закрепление в истинном приросте, накопление в подстилке, потеря на выходе из геосистемы и степень компенсации на входе.

В табл. 9 — 11 приведены основные показатели биологического звена функционирования ландшафтов по разным источникам.

**Т а б л и ц а 9. Запасы и продуктивность фитомассы  
плакорных сообществ различных зон и подзон**

Зоны (подзоны)	Фитомасса, т/га	Продукция, т/га год
Полярные пустыни	1,6	0,2
Арктическая тундра	5	1
Субарктическая тундра	25	3
Лесотундра	60	4
Северная тайга (темнохвойная)	125	5
Средняя тайга (темнохвойная)	250	6,5
Средняя тайга (лиственничная)	150	4
Южная тайга (темнохвойная)	300	8
Подтайга восточноевропейская	300	12
Подтайга западносибирская	220	12
Широколиственные леса западноевропейские	380	13
Широколиственные леса восточно-европейские	350	12
Широколиственные леса новозеландские	400	15
Суббореальные притихоокеанские леса из дугласии	> 1000 (до 2900)	11 — 16
Луговые степи европейско-сибирские	17	19
Типичные суббореальные степи	10 — 13	10 — 13
Сухие суббореальные степи	6	5
Пустыни суббореальные (полынно-солянковые)	4	1,2
Пустыни тропические	1,5	0,5
Влажные субтропические леса	450	24
Субтропические секвойевые леса	> 1000 (до 4250)	До 27
Саванны типичные	40	12
Сезонно-влажные саванновые леса	200	16
Влажные экваториальные леса	500	30 — 40

Продуктивность биоты определяется как географическими факторами, так и биологическими особенностями различных видов. Наибольшими запасами фитомассы характеризуется лесная растительность, эдификаторы которой способны накапливать живое вещество в течение многих десятилетий и даже столетий. Максимальные запасы присущи лесам из долго живущей секвойи вечнозеленой. Однако при наличии отдельных специфических видов, составляющих исключения, общая закономерность состоит в том, что у аналогич-

Т а б л и ц а 10. Биогеохимический круговорот в плакорных сообществах различных ландшафтных зон

Зоны (подзоны)	Фитомасса, т/га	Чистая первичная продукция, т/га-год	Опад, т/га-год	Истинный прирост, т/га-год	Зольные элементы и азот			Запас подстилки, т/га
					Содержание в фитомассе, кг/га	Потребление, кг/га-год	Возврат с опадом кг/га-год	
Арктическая тундра (о.Б. Ляховский)	5,0	1,0	0,95	0,05	159	38	37	35
Субарктическая тундра (Кольский п-ов, ерники)	19,1	3,4	2,8	0,6	319	96	70	—
Восточноевропейская северная тайга (ельники)	119,6	4,9	4,4	0,5	1371	136	102	—
Восточноевропейская средняя тайга (ельники)	233,1	6,4	4,1	2,3	2446	165	113	33,6
Восточноевропейская южная тайга (ельники)	273,8	6,7	4,9	1,8	3821	214	180	51,0
Восточноевропейская подтайга (сложные ельники)	357,9	7,4	5,8	1,6	3155	192	162	—
Западноевропейские широколиственные леса (бучины)	370,0	13,0	9,0	4,0	4196	492	352	12,0
Западносибирская лесостепь (луговая степь)	16,4	19,0	—	—	—	1188	—	—
Казахстанская северная пустыня (бикюргунники)	8,3	3,8	3,6	0,2	—	—	222	—
Средиземноморская зона (лес каменного дуба)	315,0	6,5–7,0	4,8	1,7–2,2	—	250	180	—
Влажные субтропические леса <sup>1</sup>	410,0	24,5	21,3	3,2	5283	993	795	10,0
Сухие саванны (Раджхастан)	26,8	7,3	7,2	0,1	978	319	312	—
Влажные экваториальные леса <sup>1</sup>	517,0	34,2	27,5	6,7	11081	2029	1540	2,0

<sup>1</sup> Осредненные данные, по Л.Е. Родину и Н.И. Базилевич.

ных жизненных форм (древесных, травянистых и др.) запасы биомассы тем больше, чем выше теплообеспеченность и чем ближе к оптимуму соотношение тепла и влаги.

В величине ежегодной биологической продукции региональные

**Т а б л и ц а 11. Основные показатели структуры и функционирования некоторых зональных сообществ (по Н. И. Базилевич)**

Показатель	Тундра типичная кустар- ничково- моховая	Ельник- кисличник южнота- ежный	Дубрава осоково- снытьевая	Луговая злаково- разно- травная степь	Белосак- саульник илаковый
Живое органическое ве- щество, т/га	16,88	344,26	491,49	16,01	8,90
Фитомасса, т/га	16,27	343,48	490,62	14,88	8,73
В том числе: зеленые части, %	40,6	5,6	1,0	21,4	8,2
многолетние надземные части, %	2,2	70,2	78,8	-	35,1
подземные части, %	57,2	24,2	20,2	78,6	56,7
Животные, т/га	0,012	0,08	0,17	0,20	0,02
В том числе: фитофаги, %	4,0	5,0	5,8	6,0	20,0
сапрофаги, %	95,0	94,0	96,6	93,0	75,0
зоофаги, %	1,0	1,0	0,6	1,0	5,0
Чистая первичная продукция, т/га/год	3,44	16,35	16,79	20,75	2,78
Отношение первичной продукции к живой фитомассе	0,20	0,05	0,03	1,40	0,30
Мертвое органическое вещество, т/га	152,80	193,00	395,16	622,99	25,12
в том числе почвенный гумус, %	46,0	41,0	70,0	96,0	99,5
Емкость биологического круговорота, кг/га.год	115,0	470,0	600,0	1115,0	126,0
Среднее содержание в продукции N, %	1,00	0,70	0,85	1,21	0,90
Среднее содержание в продукции зольных элементов, %	2,18	2,10	2,68	4,44	3,78
Химизм потребляемых элементов	N (Ca, K)	N, Ca, K	Ca, N, K	Si, N, K или Ca	Ca, K, N, Mg
Потребление продукции фитофагами, %	2,0	2,0	5,0	5,6	12,0
Абиотические потоки органического вещества, кг/га:					
вход	6,4	15,0	10,0	10,0	2,0
выход	122,0	365,0	9,0	1,4	30,0

и локальные географические закономерности, включая зональность, секторность, высотную поясность и внутриландшафтную морфологическую дифференциацию, проявляются более четко. При достаточном количестве влаги продуктивность возрастает от высоких широт к низким в соответствии с ростом энергообеспеченности. В одинаковых термических условиях наибольшая продуктивность наблюдается

при оптимальном соотношении тепла и влаги. В сравнимых (плакорных) местоположениях максимальная биологическая продуктивность присуща экваториальным ландшафтам (см. табл. 9), заметно меньше она во влажных (лесных) субтропиках. Среди суббореальных ландшафтов наивысшей продуктивностью выделяются луговые степи, им несколько уступают широколиственные леса. Самая низкая продуктивность присуща ландшафтам с резким дефицитом тепла (полярным) или влаги (пустынным).

Отношение первичной продуктивности к запасам фитомассы наивысшее в травяных сообществах, у которых нет многолетних надземных органов (в луговых степях до 1,4:1), наинизшее — в лесных (0,03 — 0,06: 1) .

Значительная часть ежегодной продукции отмирает и разрушается — попадает в деструкционный цикл, меньшая часть закрепляется в приросте (см. табл. 10). Отмершее органическое вещество, как правило, не полностью минерализуется, аккумулируясь в разном количестве и разных формах в ландшафте. Скорость разрушения органической массы растет с увеличением притока солнечного тепла. При недостатке тепла ежегодный опад не успевает разрушаться и в ландшафте накапливается избыточная мортмасса. В экстрааридных ландшафтах с их высоким энергетическим потенциалом и незначительной продуктивностью интенсивность деструкции намного превышает продуцирование биомассы, и накопление мертвого органического вещества практически отсутствует. Продукционные и деструкционные процессы наиболее сбалансированы в условиях, близких к оптимуму по соотношению тепла и влаги. С увеличением тепло-обеспеченности основная часть органических остатков переходит в почвенный гумус. В луговых черноземных степях его запасы достигают 600 — 1000 т/га, в почвах широколиственных лесов — около 300, тогда как в таежных — около 100, а в тундровых — около 70 т/га. В тундре и тайге в составе мортмассы преобладают неразложившиеся растительные остатки — главным образом подстилка, а также сухостой, валежник, мертвые корни и др. Запасы подстилки в этих зонах достигают 40 — 50 т/га; в широколиственных лесах они сокращаются до 10 — 15, а в экваториальных — до 2 т/га. В степях наземная мортмасса представлена растительной ветошью (4 — 10 т/га) .

Мертвое органическое вещество и запас биомассы в органах растений служат важным резервом питательных веществ, обеспечивающим устойчивость биоты к колебаниям внешней среды и позволяющим поддерживать биологический метаболизм в условиях интенсивного абιοгенного выноса элементов зольного и азотного питания. Лесная растительность, как известно, существует в условиях избыточного увлажнения и интенсивного стока, ведущего к безвозвратной потере элементов питания; лесные почвы относительно бедны этими элементами. В такой обстановке запас элементов-органогенов в живом веществе и в мощной подстилке, прочно удерживающей необходимые элементы питания, обеспечивает определенную авто-

номность (высокую степень замкнутости) биологического круговорота.

В степях, где растительность не способна аккумулировать запасы живой фитомассы, а опад быстро разрушается, резерв минерального питания сосредоточен в почвенном гумусе.

Одним из показателей скорости трансформации органического вещества может служить отношение годичной первичной продукции к запасам мертвых растительных остатков (без почвенного гумуса): в тундре — 0,02, в лесах — 0,15, в луговых степях — 0,9, в пустынях — 25 и более.

С величиной первичной биологической продуктивности непосредственно связана емкость биологического круговорота веществ. Хотя количество вовлекаемого в оборот минерального вещества зависит от биологических особенностей различных видов, размещение этих видов в значительной мере подчинено географическим закономерностям. Так, хвойные деревья ассимилируют меньше зольных элементов и азота, чем лиственные, а последние — меньше, чем травянистая растительность. Растения аридных областей используют для создания органической массы больше химических элементов, чем растения гумидных областей. Наименьшая зольность у мхов (2—4% от сухого вещества), наибольшая — у галофитов (до 25%). Зольность хвои и листьев деревьев — 3—4%, древесины хвойных — 0,4, лиственных — 0,5, злаков — 6—10%.

Сочетание всех факторов приводит к тому, что самая низкая емкость биологического круговорота свойственна полярным и тундровым ландшафтам (см. табл. 10, 11), хотя продуктивность у них выше, чем в пустынях. В бореальных и особенно суббореальных лесах в оборот вовлекается значительно больше зольных элементов и азота, но максимальная емкость круговорота среди плакорных суббореальных сообществ присуща луговым степям. На первом месте в зональном ряду по количеству вовлекаемого в круговорот минерального вещества стоят влажные экваториальные леса.

Что касается элементарного химического состава вещества, участвующего в биологическом метаболизме, то основную его часть составляют важнейшие элементы-биогены, главным образом N, K, Ca, Si, затем P, Mg, S, Fe, Al и др. В зависимости от избирательной способности растений к поглощению тех или иных элементов, их количественные соотношения в составе биомассы и ежегодно потребляемого минерального вещества несколько варьируют, обнаруживая также определенные географические закономерности — прежде всего зональность. Так, тундровые сообщества потребляют больше всего азота, затем следуют кальций и калий; в минеральном метаболизме тайги на первом месте также стоит азот, много потребляется кальция, на третьем месте — калий; в широколиственных лесах — на первом месте кальций, затем азот и калий, в степях основные элементы идут в следующем порядке: кремний, азот, калий, кальций, в пустынях — кальций, калий, азот, магний; в тропических и эквато-



риальных лесных ландшафтах особенно активно поглощаются кремний, железо, алюминий.

До сих пор речь шла о минеральном обмене растительности с почвой, но следует вспомнить, что основная часть живого вещества строится из элементов, которые ассимилируются в результате газо-обмена растений с атмосферой. Важную роль играет углеродный обмен, с которым связаны биогенная трансформация солнечной энергии, баланс  $\text{CO}_2$  в геосистемах и ее дальнейшая миграция, от чего, в частности, зависят характер обменных процессов в поглощающем комплексе почв, химизм вод речного стока и т. д.

Количество ассимилируемого углерода в десятки раз превышает величину потребляемых зольных элементов и азота. Ежегодное потребление  $\text{CO}_2$  тундровой растительностью составляет около 10 т/га, южнотаежными и широколиственными лесами — около 35, луговыми степями — около 50, влажными экваториальными лесами — около 130 т/га. В большинстве сообществ (особенно в лесных) свыше половины ассимилированного углерода возвращается в атмосферу при дыхании организмов (в основном растений, а также микроорганизмов; доля животных составляет 1 — 3%). Остальная часть содержащегося в ежегодной продукции углерода высвобождается при разложении органических остатков и также возвращается в атмосферу в виде  $\text{CO}_2$ , относительно небольшое количество растворяется в воде, образуя угольную кислоту, которая диссоциирует на ионы  $\text{HCO}_3^-$  и  $\text{H}^+$ . В среднем поглощение и выделение углерода балансируются в годовом цикле, но небольшая его доля (менее 1%) выводится из биологического круговорота — аккумулируется в почве, выносится со стоком.

Связывание  $\text{CO}_2$  в процессе фотосинтеза сопровождается выделением свободного кислорода. При дыхании и разложении органических остатков кислород потребляется на окисление органического вещества до  $\text{CO}_2$ . Но поскольку часть мертвой органической массы выпадает из деструкционного цикла, поступление кислорода в атмосферу в результате биологического метаболизма превышает его потребление. Согласно Н. И. Базилевич, это превышение составляет в дубравах 6,16 т/га год, в южнотаежных ельниках — 3,7, в бело-сакулях — 0,65, в тундре — 0,44 т/га год. В луговой степи синтез и разложение сбалансированы и биологический обмен не влияет на кислородный баланс. Если же исключить накопление биомассы в приросте и учитывать только необратимые потери органического вещества (его внешние выходные потоки — со стоком, ветром), то на первом месте (в пределах территории СССР) по накоплению кислорода будут ельники, затем тундра; вклад дубрав и луговых степей ничтожен.

Все изложенные закономерности основаны на достаточно широких региональных сравнениях по материалам для плакорных местоположений и соответствующих им сообществ. Между тем в характере биологического круговорота и продуцировании биомассы наблюдаются существенные внутриландшафтные различия между пла-

корными (автономными, элювиальными) и подчиненными (аккумулятивными, преимущественно гидроморфными) фациями. При недостаточном атмосферном увлажнении и высокой теплообеспеченности перераспределение влаги в ландшафте обуславливает большую контрастность в интенсивности биологического круговорота и продуцировании биомассы по местоположениям. В гидроморфных местоположениях, как правило, наблюдаются наиболее высокие показатели. Так, в гривисто-ложбинном лесостепном ландшафте Барабинской степи плакорные лугово-степные фации плоских вершин грив на обыкновенных черноземах продуцируют ежегодно 19 т/га фитомассы, а травяные болота межгривных депрессий на торфяно-болотной слабосолончаковой почве — свыше 60 т/га. Первые потребляют на создание фитомассы 1761 кг/га год зольных элементов и азота, а вторые — 3831 (данные Н. И. Базилевич и А. А. Титляновой).

Резко выражена внутриландшафтная контрастность в указанном отношении в пустынях, где участки с ничтожной продуктивностью (такыры, солончаки) сочетаются с травяными тугаями (заросли тростника, рогоза и др.), дающими почти до 100 т/га первичной продукции.

В условиях избыточного атмосферного увлажнения и низкой теплообеспеченности дополнительное количество влаги за счет внутриландшафтного перераспределения атмосферных осадков мало влияет на биологическую продуктивность или даже косвенно ведет к ее снижению, поскольку переувлажнение ухудшает термический режим и аэрацию. По этим причинам в тундре заболоченные понижения отличаются наиболее замедленным биогенным оборотом веществ и пониженной продуктивностью. С другой стороны, плакорные повышения сильнее подвержены воздействию ветра, сдуванию снега и выхолаживанию. Самыми благоприятными оказываются трансэлювиальные склоновые местоположения, где и наблюдается наибольшая для тундры биологическая продуктивность.

В тайге и широколиственных лесах внутриландшафтные различия продуктивности и интенсивности биогенного круговорота относительно невелики; в наилучших условиях находятся более теплые и дренированные местоположения, в наихудших — болота, дающие всего 2 — 4 т/га первичной продукции в год.

Степень замкнутости биологического круговорота также различна для автономных и подчиненных фаций. Первые в целом характеризуются высокой замкнутостью круговорота, т. е. незначительным участием внешних потоков органического вещества по сравнению с внутренними. Приток вещества извне (с атмосферными осадками, пылью), как правило, невелик, потеря его (со стоком, ветровым выносом) чаще превышает приток, но в разных зональных типах геосистем соотношения могут существенно дифференцироваться. По расчетам Н. И. Базилевич, в тундре входные потоки органического вещества составляют всего 0,2% от величины ежегодной первичной продукции, а выходные достигают около 4%, так что баланс вещества отрицательный и потеря его составляет 116 кг/га, или 3,4% от ежегодной продукции. В южнотаежных ельниках вынос (365 кг/га)

превышает привнос извне (15 кг/га) на 350 кг/га, т. е. составляет примерно 2% от первичной продукции. В дубравах входные и выходные потоки (10 и 9 кг/га соответственно) почти сбалансированы, а в луговой степи первые даже несколько превышают вторые (10 против 1,4 кг/га), так что положительное сальдо баланса составляет около 0,4% от первичной продукции. В белосаксаульниках потери органического вещества, главным образом из-за выдувания, равны 30 кг/га, приход же незначителен (2 кг/га), и в среднем за год теряется около 10% первичной продукции <sup>1</sup>.

В подчиненных морфологических частях ландшафта входные и выходные потоки вещества могут быть во много раз больше, чем в плакорных. В гидроморфных фациях входные и выходные потоки обычно некомпенсированы и возможна повышенная аккумуляция как органического, так и минерального вещества. Показательный пример сравнения плакорной лугово-степной фации на плоской вершине гривы и низинного травяного болота в межгрядном понижении приводят Н. И. Базилевич и А. А. Титлянова (табл. 12).

Т а б л и ц а 12. Круговорот элементов в двух фациях западносибирской лесостепи (кг/га. год)

Звенья круговорота	Углерод	Азот	Зольные элементы		
			Всего	Несоле- вые	Соли
Луговая степь на обыкновенных черноземах					
Потребление на создание фитомассы	7120	260	1501	-	-
Поступление с атмосферными осадками	+ 37,7	+3,6	+ 132,1	+ 37,2	+ 94,9
Вынос с поверхностным стоком	— 163,1	— 6,1	-216,6	-192,7	-23,9
Вынос с внутрипочвенным боковым стоком	— 0,01		-0,1	-0,01	-0,1
Вынос с нисходящими растворами	— 1,0	— 0,1	-10,0	0	-10,0
Баланс абиотических потоков	— 126,4	— 2,6	-94,6	-155,5	+60,9
Травяное болото на торфяно-болотной слабосолончаковой почве					
Потребление на создание фитомассы	31 340	585	3246	-	-
Поступление извне — всего с	+451,6	+32,5	+ 6244,6	+615,2	+ 5629,4
атмосферными осадками	+ 71,0	+7,0	+ 246,0	+ 70,0	+ 176,0
поверхностным стоком	+ 301,0	+25,0	+827,0	+287,0	+ 540,0
внутрипочвенным боковым стоком	+ -0,6	+ -0,03	+6,6	+0,2	+6,4
восходящими растворами	+47,0	+4,5	+ 2849,0	+147,0	+ 2702,0
потоком грунтовых вод	+32,0	+3,0	+ 2316,0	+ 111,0	+ 2205,0
Вынос — всего с	— 54,9	— 2,6	-3021,0	-73,2	-2947,8
внутрипочвенным боковым стоком	— 0,9	— 0,05	-5,0	-0,2	-4,8
нисходящими растворами	— 51,0	— 1,6	-2842,0	-54,0	-2788,0
потоком грунтовых вод	— 3,0	— 1,0	- 174,0	-19,0	-155,0
Баланс абиотических потоков	+396,7	+29,9	+ 3223,6	+542,0	+ 2681,6

<sup>1</sup> См.: Базилевич Н. И., Гребенников О. С., Тишков А. А. Географические закономерности структуры и функционирования экосистем. М., 1986. С. 297.

На основе данных табл. 12 нетрудно заключить, что в подчиненной гидроморфной фации оборот вещества намного интенсивнее, чем в плакорной. При этом внешние абиогенные потоки соразмерны с внутренними биогенными. Однако структура тех и других потоков принципиально разная: в абиотических потоках доминируют соли, почти не ассимилируемые растениями. Главные источники их поступления — восходящие растворы и поток грунтовых вод. Далее видно, что вынос по всем элементам не сбалансирован с их поступлением извне, вследствие чего происходит аккумуляция преимущественно солей. По углероду, азоту и биогенным несольевым зольным элементам внутренний оборот и в этой фации многократно превышает внешний. В плакорной луговой степи также наблюдается некоторая избыточность солей, поступающих сюда с атмосферными осадками, тогда как баланс биогенных зольных элементов отрицательный; вынос происходит в основном с водами поверхностного стока.

### **Абиотическая миграция вещества литосферы**

Абиотические потоки вещества в ландшафте в значительной мере подчинены воздействию силы тяжести и в основном осуществляют внешние связи ландшафта. В отличие от биологического метаболизма абиотическая миграция не имеет характера круговоротов, поскольку гравитационные потоки односторонненны, т. е. необратимы. Точнее, в данном случае можно говорить лишь о больших геологических циклах, выходящих далеко за пределы характерного времени ландшафта, длительность которых измеряется многими миллионами лет и в ходе которых вещество, вынесенное с поверхности суши, может вновь туда вернуться, пройдя через многократные и сложные преобразования. Ландшафтно-географическая сущность абиотической миграции вещества литосферы состоит в том, что с нею осуществляется латеральный перенос материала между ландшафтами и между их морфологическими частями и безвозвратный вынос вещества в Мировой океан. Значительно меньше (в сравнении с биогенным обменом) участие абиотических потоков в системе внутренних (вертикальных, межкомпонентных) связей в ландшафте.

Вещество литосферы мигрирует в ландшафте в двух основных формах: 1) в виде геохимически пассивных твердых продуктов денудации — обломочного материала, перемещаемого под действием силы тяжести вдоль склонов, механических примесей в воде (влекомые и взвешенные наносы) и воздухе (пыль); 2) в виде водорастворимых веществ, т. е. ионов, подверженных перемещению с водными потоками и участвующих в геохимических (и биохимических) реакциях.

По отношению к каждой конкретной геосистеме различаются входные и выходные абиогенные потоки. В суммарном итоге — для всей совокупности ландшафтов суши — перевес оказывается на сто-

роне последних, но в каждом отдельном ландшафте баланс вещества складывается по-своему в зависимости от специфики его внешних условий и внутренней структуры.

Обратимся сначала к основным выходным абиогенным потокам. Механический перенос твердого материала не всегда поддается более или менее точному учету. Основной интегральный показатель механического выходного потока — твердый сток, точнее сток взвешенных наносов. Однако в нем не учитывается внутриландшафтное перераспределение обломочного материала и прежде всего склоновый (делювиальный) перенос крупных обломков, а также наносы, влекомые русловыми потоками (составляющие, впрочем, небольшую часть твердого стока). Интенсивность денудации сильно варьирует по ландшафтам в зависимости от степени расчлененности рельефа и глубины местных базисов денудации, податливости горных пород к выветриванию и размыву, величины стока, развитости растительного покрова, препятствующего сносу и смыву. В распределении твердого стока обнаруживаются определенные черты широтной зональности. В тундре и тайге типичная величина модуля твердого стока ( $M_s$ ) не превышает 5 — 10 т/км<sup>2</sup>·год, а средний слой ежегодного смыва — не более 0,002 — 0,004 мм<sup>3</sup>, но внутризональные различия достаточно велики. Так, для бассейна Невы, значительная часть которого относится к Балтийскому кристаллическому щиту,  $M_s$  составляет всего лишь 1,6 т/км<sup>2</sup>·год, а для вулканических ландшафтов Камчатки — 60 — 80.

В зоне широколиственных лесов  $M_s$  обычно равен 10—20 т/км<sup>2</sup>·год, в лесостепи достигает 150 (в возвышенных лёссовых ландшафтах), в степи — 50 — 100. В пустынях твердый сток резко сокращается из-за практического отсутствия жидкого стока. В экваториальных ландшафтах  $M_s$  относительно невелик (в бассейне Конго — 18 — 37, в бассейне Амазонки — 67 — 87 т/км<sup>2</sup>·год), несмотря на обильный речной сток; сдерживающим фактором служит мощный лесной покров.

Механический вынос твердого материала достигает своего максимума в горах, особенно сложенных рыхлыми горными породами. Только часть, учитываемая в стоке взвешенных наносов, может составлять 2000 т/км<sup>2</sup>·год и более (в некоторых горах Средней Азии — до 2500, на северном склоне Апеннин — до 3000 — 3700, в горных сухих субтропиках юго-восточного Кавказа — до 4000—5000, что эквивалентно слою более 2 мм/год). Для многих горных ландшафтов характерны селевые потоки; объем единовременного селевого выноса обломочного материала достигает сотен тысяч и даже миллионов кубических метров.

Уничтожение естественного растительного покрова может привести к развитию денудации на равнинах, масштабы которой соразмерны с аналогичными процессами в горах. На обрабатываемых

<sup>1</sup> Принимая, что 1 т/км<sup>2</sup> соответствует слою  $4 \cdot 10^{-4}$  мм.

землях экваториальной зоны, влажных муссонных тропиков, Лёссового плато (Китай) величина  $M$ , достигает 2000 — 3000 т/км<sup>2</sup>\*год.

Со стоком взвешенных наносов ландшафты суши теряют ежегодно примерно 22 — 28 млрд. т вещества, что составляет 150— 180 т/км<sup>2</sup>, или слой толщиной около 0,1 мм. Такой скорости выноса достаточно, чтобы полностью «смыть» всю сушу до уровня Мирового океана за 10 — 15 млн. лет.

Другим мощным фактором удаления твердого материала из ландшафтов служит дефляция. Выходные эоловые потоки наиболее интенсивны в аридных областях, а также на распаханых территориях. Единичная пыльная буря в Средней Азии и Казахстане выносит из плакорных почв 10 — 100 т/км<sup>2</sup> вещества, из песчаных массивов — 5 — 10 т/км<sup>2</sup>, а из солончаков — 100 — 1000 т/км<sup>2</sup>. Знаменитая пыльная буря, случившаяся в США в 1934 г., унесла за сутки 300 млн. т почвенных частиц с площади 3 млн. км<sup>2</sup> (главным образом с сельскохозяйственных земель), т. е. в среднем по 100 т с каждого квадратного километра.

Глобальные масштабы дефляции и эоловой миграции вещества в целом оценить чрезвычайно трудно. По разным оценкам количество поступающего в атмосферу твердого вещества определяется в  $n \cdot 10^{10}$  —  $n \cdot 10^{11}$  т/год. Эти величины соизмеримы со стоком взвешенных наносов или даже превосходят его. Однако в отличие от твердого стока эоловая миграция не представляет собой полностью необратимого потока. Частицы пыли удерживаются в атмосфере в среднем от 1 до 10 сут. За это время, находясь в обороте, они могут осесть частью в том же ландшафте, частью — в соседних или даже более отдаленных ландшафтах и, наконец, частью — за пределами суши, т. е. в Мировом океане. В настоящее время не представляется возможным дать количественную характеристику всех составляющих эоловой миграции вещества для всей ландшафтной оболочки и разных типов ландшафтов. Имеются лишь приблизительные расчеты для некоторых регионов. Так, по Н. Ф. Глазовскому, в Средней Азии и Казахстане область эолового выноса занимает площадь в 3 млн. км<sup>2</sup>. Из нее ежегодно выдувается 0,3 — 3,0 млрд. т пыли, т. е. 100 — 1000 т/км<sup>2</sup>.

Выходные потоки водорастворимых веществ заслуживают отдельного рассмотрения. Фильтруясь под действием гравитации в почво-грунты и горные породы, атмосферные осадки обогащаются растворимыми солями (в том числе органического происхождения), которые вовлекаются в биологический круговорот, частью выносятся за пределы геосистемы с речным и глубинным стоком. Наиболее изучен речной ионный сток. Масса растворенных веществ, выносимых мировым речным стоком, почти на порядок меньше стока взвешенных наносов и определяется в 2,5 — 5,5 млрд. т. Согласно М. И. Львовичу, средний глобальный модуль ионного стока равен 20,7 т/км<sup>2</sup>, что соответствует слою химической денудации в 0,008 мм. В аридных ландшафтах речные воды сильно минерализо-

ваны, но в силу слабого развития речного стока вынос ионов невелик. В гумидных ландшафтах, напротив, речные воды обильны, но слабо минерализованы. Поэтому зональные различия ионного стока относительно невелики. Для тундры, тайги и пустыни типичны близкие значения модуля ионного стока ( $M_{и}$ , как правило, не выше 10 — 15 т/км<sup>2</sup>\*год). В зонах широколиственных лесов и лесостепи  $M_{и}$  достигает 20 — 30 т/км<sup>2</sup>\*год, а в зоне экваториальных лесов он близок к 35 т/км<sup>2</sup>\*год. Более существенны азональные контрасты, связанные с распространением карбонатных и гипсоносных, а также вулканических пород. В таких условиях даже в тайге  $M_{и}$  может составлять 50 — 80 т/км<sup>2</sup>\*год, а слой химической денудации достигает 0,03 — 0,05 мм. Наиболее интенсивной химической денудации подвергаются горные карстовые ландшафты, где годовой вынос растворимых солей достигает 100 — 200 т/км<sup>2</sup> и более, а слой денудации — свыше 0,05 мм (в Динарском нагорье — около 0,1 мм, в карстовых ландшафтах Большого Кавказа — до 0,2 — 0,3 мм).

Второй важный выходной ионно-солевой поток связан с глубинным подземным стоком, который образуется в результате инфильтрации растворов в глубокие водоносные горизонты, залегающие ниже уровня местных базисов речного стока. В областях питания артезианских бассейнов таким путем происходит интенсивный вынос солей из ландшафта. В аридных областях, где практически отсутствует речной сток, глубинный сток служит важнейшим фактором удаления растворимых веществ из ландшафта. Согласно Н. Ф. Глазовскому, в аридном регионе Средней Азии и Казахстана область глубинного выноса солей занимает 1,4 млн. км<sup>2</sup>, т. е. треть всей территории. Модуль ионного глубинного стока колеблется в пределах этой области (куда входят в основном горы и предгорья) от 0,1 до 800 т/км<sup>2</sup>\*год (средняя — 11,4 т/км<sup>2</sup>\*год). Наиболее высокие величины характерны для конусов выноса предгорной полосы.

Существенную роль в миграции водорастворимых солей играют воздушные потоки. С поверхности суши соли попадают в атмосферу с пылью, а также при испарении и транспирации. Главными поставщиками атмосферных ионов служат аридные ландшафты. По расчетам Н. Ф. Глазовского, из аридной области Казахстана и Средней Азии путем испарения и транспирации в атмосферу поступает 7 млн. т солей в год (средний модуль выноса составляет 1,64 т/км<sup>2</sup>\*год), а с пылью (без учета дефляции солончаков) за пределы области выноса, составляющей около 3 млн. км<sup>2</sup>, уходит около 5 млн. т. Но больше всего солей (12 — 120 млн. т в год) выдувается с поверхности солончаков (модуль выноса — 100 — 1000 т/км<sup>2</sup> год).

Потеря вещества из ландшафта может частично компенсироваться за счет входных потоков, причем на фоне общей для суши убыли существуют ландшафты с положительным балансом твердого материала в результате его гравитационного и эолового перераспределения или выноса из глубинных толщ земной коры. Взвешенные нано-

сы не полностью выносятся в океан, часть их откладывается в русле, а многие реки при впадении в океан образуют дельты. У некоторых крупных рек (Миссисипи, Хуанхэ, Меконг, Иравади и др.) дельты растут со скоростью 50 — 100 м в год. Во внутриконтинентальных областях разгрузка потоков механического переноса обломочного материала приводит к образованию предгорных шлейфов, конусов выноса, слепых дельт и т. п.

Для некоторых ландшафтов имеет значение эоловый привнос материала. В Казахстане и Средней Азии область положительного баланса атмосферной пыли занимает, согласно Н. Ф. Глазовскому, 1,2 млн. км<sup>2</sup>, а модуль осаждения пыли составляет 5 — 10 т/км<sup>2</sup>\*год. В горах по мере нарастания высот поступление пыли увеличивается; в высокогорьях, по некоторым данным, оно достигает около 150 т/км<sup>2</sup>\*год.

Один из главных факторов поступления вещества в ландшафтную оболочку — вулканизм. При извержении одного из вулканов Исландии в 1783 г. излилось 12 км<sup>3</sup> лавы, покрывшей территорию в 56 км<sup>2</sup>. Во время других сильных извержений лава покрывала площади в сотни км<sup>2</sup>, ее отдельные потоки достигали длины 50—60 км. Если излияния лав имеют преимущественно локальное (реже региональное) значение, то выбросы обломочного магматического материала — пирокластов, особенно вулканического пепла, могут оказывать глобальный эффект. Правда, этот эффект проявляется не столько в аккумуляции твердого материала, сколько в запыленности атмосферы и тем самым влиянии на тепловой баланс. Тем не менее осаждение пепла чувствительно сказывается на обширных пространствах. В той же Исландии при сильных извержениях слой пепла покрывает всю площадь острова. Объем пирокластов, извергаемых современными вулканами, примерно в 6 раз больше объема лав. Излияния лав и отложение пирокластического материала приводят к уничтожению почвенно-растительного покрова и нарушению нормального функционирования ландшафта. После такого воздействия формирование геосистем как бы начинается заново. Одно из наглядных проявлений подобных процессов — сложный профиль почв вулканических ландшафтов Камчатки, с несколькими погребенными гумусовыми горизонтами.

В глобальном балансе вещества некоторую роль играет поступление метеоритов и космической пыли, приблизительно оцениваемое в 10 млн. т в год.

Если обратиться к источникам поступления в ландшафты наиболее активной, водорастворимой части твердого вещества, то основным из них следует считать атмосферные осадки. Соли атмосферных осадков, выпадающих над сушей, имеют различное происхождение — как внешнее (океаническое, вулканическое), так и внутреннее (поступают при испарении и транспирации, а также путем вымывания из пылевых частиц, выноса из солончаков). Выделить долю солей, образующихся в атмосферных осадках за счет местного



круговорота веществ, в отличие от привнесенных извне, практически не представляется возможным. Бесспорно то, что по мере удаления от морских побережий в глубь суши минерализация осадков увеличивается — от 10 г/л и менее до 20 — 30 и более (в Средней Азии до 40 — 70 г/л). Одновременно изменяется состав ионов: в приокеанических районах преобладают  $\text{Cl}$  и  $\text{Na}^+$ , в континентальных —  $\text{HCO}_3$ ,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ . Впрочем, возрастание участия  $\text{SO}_4$  связывается главным образом с влиянием техногенных выбросов. В вулканических районах наблюдаются дожди с минерализацией до 250 мг/л и высоким содержанием  $\text{SO}$ ,  $\text{Cl}$ ,  $\text{Na}^+$ .

Количество солей, выпадающих на земную поверхность с атмосферными осадками, зависит от количества и минерализации последних. Хорошо прослеживаются как зональные, так и секторные и высотно-поясные закономерности. Для тундры и тайги характерны величины порядка 5 — 10 т/км<sup>2</sup>\*год (но в Восточной Сибири — менее 5 т/км<sup>2</sup>\*год), широколиственной зоны Западной Европы — около 10, степей и полупустынь — 10 — 20, пустынь умеренного пояса и экваториальной лесной зоны — 20 — 30 т/км<sup>2</sup>\*год. С высотой в горах выпадение солей возрастает вследствие увеличения количества осадков. Заметное повышение наблюдается в вулканических районах.

Пути дальнейшей миграции ионов, поступающих в ландшафт с атмосферными осадками, разнообразны. Частично (а при слабых дождях — почти полностью) они задерживаются на земной поверхности, откуда ветром могут быть снова вынесены в атмосферу и, таким образом, образовать локальный круговорот. Из просочившихся в почву водных растворов некоторая часть ионов возвращается по капиллярам к поверхности и также участвует в локальном абиотическом круговороте солей (этот случай особенно типичен для аридных ландшафтов). Но большая или меньшая доля солей, содержащихся в почвенных растворах (в том числе атмосферного происхождения), перехватывается корнями растений и вовлекается в биологический круговорот. Наконец, некоторое количество солей выбывает из ландшафтного круговорота и формирует выходные потоки — ионный речной и глубинный сток. Надо заметить, что поступление солей с осадками, как правило, не компенсирует их потери со стоком. Наиболее значительна относительная роль этого источника в ландшафтах, формирующихся на кристаллических породах и на многолетней мерзлоте, где влияние горных пород на минерализацию поверхностных и подземных вод несущественно.

В аридных условиях привнос солей извне может происходить и путем непосредственного осаждения в виде пылевых частиц. По расчетам Н. Ф. Глазовского, в Средней Азии и Казахстане область золотой аккумуляции солей занимает 1,2 млн. км<sup>2</sup>. За год здесь осаждается 0,003 — 0,10 т/км<sup>2</sup> водорастворимых компонентов в составе пыли и 1 — 100 т/км<sup>2</sup> солевых частиц из солончаков. Существенным источником поступления солей, главным образом хлоридов, служат Каспийское и Аральское моря; ветровой вынос солей из них

составляет 2,6 млн. т в год, через 1 км береговой линии Каспия ежегодно переносится на сушу 710 т.

В районах разгрузки глубоких подземных вод, особенно в аридных межгорных впадинах, соли привносятся с глубинным стоком. В аридной части территории СССР таким путем водорастворимые вещества, преимущественно хлориды, поступают на площади около 1,9 млн. км<sup>2</sup> при среднем модуле 51,6 т/км<sup>2</sup>\*год, способствуя засолению почв и грунтов. В гумидных ландшафтах роль этого фактора значительно меньше, поскольку здесь происходит постоянное промывание почво-грунтов и отток грунтовых вод.

Для многих районов области внутреннего стока (предгорные конусы выноса, слепые дельты, разливы, также массивы орошения) важнейшим источником поступления солей (преимущественно гидрокарбонатов) служит речной сток. В конусах выноса, интенсивно поглощающих речные воды, в низовьях таких рек, как Сырдарья, Чу и др., модуль привноса солей, по Н. Ф. Глазовскому, превышает 100 т/км<sup>2</sup>\*год.

Надежных данных для суждения о соотношениях входных и выходных потоков по различным конкретным ландшафтам не существует, и можно говорить лишь о некоторых общих закономерностях. В большинстве ландшафтов механический вынос твердого материала преобладает над привносом. Наиболее интенсивной механической денудации подвергаются горные ландшафты, а среди равнинных — возвышенности, сложенные рыхлыми породами (в частности, лёссами) в условиях семигумидного климата и слаборазвитой растительности, а также равнины, подверженные дефляции. Явно положительным балансом твердого вещества отличаются лишь некоторые специфические ландшафты с преобладанием процессов современной аккумуляции: вулканические, дельтовые, низменные аллювиальные равнины гумидных (преимущественно муссонных) областей, подвергающиеся частым наводнениям, подгорные пролювиальные равнины. Относительной сбалансированностью входных и выходных потоков твердого материала характеризуются ландшафты с фундаментом из прочных кристаллических пород. В любых условиях поддержанию баланса способствует мощный растительный покров.

Солевой баланс в большинстве ландшафтов, в том числе и на территории СССР, также отрицательный, поскольку поступление солей с атмосферными осадками и пылью не может компенсировать их выноса с поверхностным и подземным стоком. Дисбаланс особенно резко выражен в карстовых ландшафтах. Исключение составляют главным образом ландшафты пустынь, приуроченные к внутриконтинентальным бессточным равнинам и впадинам, где поступление солей из атмосферы превышает величину ионного стока, а для многих районов дополнительным фактором засоления служит разгрузка минерализованных речных и подземных вод, формирующихся в соседних горных системах, и отчасти также эоловый привнос солей.

В абиотической миграции веществ нередко проявляется ярко

выраженная внутриландшафтная контрастность по локальным геосистемам (морфологическим единицам). Плакорные (элювиальные, автономные) фации, для которых единственным источником привноса вещества служат атмосферные осадки и пыль, как правило, характеризуются резким преобладанием выходных потоков над входными. Переходные (транзитные, трансэлювиальные) склоновые фации, при наличии интенсивных сквозных потоков, могут в той или иной степени приближаться к равновесному состоянию. Что касается фаций подчиненных (супераквальных, гидроморфных, аккумулятивных), то для них наиболее типично преобладание локальных входных потоков вещества, они часто служат «геохимическими ловушками», аккумулирующими многие элементы.

Абиогенные потоки вещества по своим масштабам сильно уступают биогенным. Суммарный вынос твердого материала реками Земли примерно на порядок меньше ежегодной продукции живого вещества на суше (в сухой массе), а суммарный ионный сток — в 70 раз меньше. Если рассмотреть эти соотношения по основным элементам биоты, то контраст окажется еще более значительным. Вынос фосфора с ионным стоком в 1000 раз меньше его потребления организмами, азота — в 150, углерода — в 100, калия — в 12 раз; в биологическом круговороте участвует также больше магния, кальция, алюминия, кремния, чем в выходном ионном потоке. По некоторым элементам (например, сера) величины близки, явное преобладание выходных абиогенных потоков наблюдается по элементам, токсичным для большинства организмов — хлору (в 40 раз), натрию, фтору и др.

Как уже отмечалось, биологический круговорот отличается высокой степенью замкнутости, и в выходные потоки попадает лишь небольшая часть продуцируемого органического вещества. Мировой сток органического углерода (в составе ионного речного стока) составляет около 1,7 т/км год, а сток органического вещества в целом — около 3,8, что составляет лишь несколько более 0,2% ежегодной продукции биомассы. Однако на элементы, выпадающие из биологического круговорота, приходится примерно 20% ионного стока. Основные ионы речных вод лесных ландшафтов —  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{HCO}_3^-$  — образуются за счет разложения органического вещества.

Эти соотношения сильно дифференцируются по ландшафтам, притом они неодинаковы для различных химических элементов. Так, по имеющимся данным для дубово-буково-грабового леса (Бельгия), из годовой суммы поглощаемых минеральных веществ вымываются 8,2%, в том числе N — 1, Ca — 3,5, P — 8,7, K — 25%. Для леса из каменного дуба (юг Франции) соответствующие показатели: 20,5; 1; 15; 13 и 51%. По исследованиям В. В. Пономаревой, в ельниках Карельского перешейка из ежегодного поступления с опадом вымывается (в %): N — 3, K — 6, Mg — 8, Ca — 11, S — 35.

К ландшафтам, у которых наблюдаются минимальные потери органического вещества, относятся луговые степи. Однако здесь

можно проследить контрастность по внутриландшафтным (морфологическим) подразделениям. Так, в плакорных фациях на вершинах грив с выходными потоками (в основном поверхностным стоком) из продуцируемого вещества выносятся 1,8% С, около 1% N и зольных элементов. В то же время в аккумулятивные фации низинных болот, служащих геохимическими барьерами, дополнительно, за счет внутриландшафтного перераспределения поступает 1,3% С, около 17% зольных элементов и 0,5% N (данные Н. И. Базилевич, см. табл. 12) .

В гумидных лесных ландшафтах, где утечка биогенных элементов может быть значительной, некоторая компенсация происходит за счет солей атмосферных осадков и высвобождения элементов в процессе химического выветривания горных пород. По Н. И. Базилевич, в южной тайге при выветривании высвобождается ежегодно 34,5 т/км<sup>2</sup> минеральных элементов, что почти обеспечивает сбалансированность входных и выходных потоков элементов-органогенов (лишь с небольшим дефицитом в 0,5 т/км<sup>2</sup>\*год) . В дубравах же, где выветривание обеспечивает 12,5 т/км<sup>2</sup> элементов питания, создается даже положительный баланс (12,6 т/км<sup>2</sup>) . В тундре и пустыне, где химическое выветривание незначительно (2,3 и 0,4 т/км<sup>2</sup>\*год), оно не покрывает убыли минеральных веществ с выходными потоками, а в лесостепи — практически не играет роли в балансе органического вещества, который остается положительным.

Помимо частичного выпадения органического вещества из внутриландшафтного биологического круговорота в виде ионов с водным стоком следует отметить еще два специфических типа латеральных потоков органического вещества: 1) механический перенос пылицы, спор, семян, микроорганизмов ветром и водными потоками и 2) перенос (который можно назвать биогенно-механическим) вещества животными в виде собственной биомассы, экскрементов, а также семян растений, микроорганизмов. Особенно заметный, хотя и узко локальный эффект оказывает вынос на сушу органического вещества (в том числе десятки и сотни т/км<sup>2</sup>\*год N, P, K) рыбоядными птицами (залежи гуано, птичьи базары и др.).

Сопоставляя биотические и абиотические потоки вещества в ландшафтах, мы приходим к следующим выводам. По своим масштабам биотические потоки значительно превосходят абиотические. В абиотических потоках доминирует латеральная составляющая, относящаяся к внешним связям геосистем, в биотических — вертикальная составляющая, относящаяся к внутренним связям. Абиотические потоки разомкнуты; входные потоки некомпенсированы с выходными, последние доминируют, что в целом придает абиотической миграции однонаправленный характер и ведет к потере вещества. Биотические потоки квазизамкнутые, они имеют характер круговоротов и способствуют удержанию вещества в ландшафте, выполняя в нем тем самым стабилизирующую функцию.

## Энергетика ландшафта и интенсивность функционирования

Функционирование геосистем сопровождается поглощением, преобразованием, накоплением и высвобождением энергии. Первичные потоки энергии поступают в ландшафт извне — из космоса и земных недр. Важнейший из них — лучистая энергия Солнца, поток которой по плотности многократно превышает все другие источники. Для функционирования ландшафта солнечная энергия наиболее эффективна; она способна превращаться в различные иные виды энергии — прежде всего в тепловую, а также в химическую и механическую. За счет солнечной энергии осуществляются внутренние обменные процессы в ландшафте, включая влагооборот и биологический метаболизм, а кроме того, циркуляция воздушных масс и др. Можно сказать, что все вертикальные связи в ландшафте и многие горизонтальные так или иначе, прямо или косвенно связаны с трансформацией солнечной энергии.

Поток суммарной радиации к поверхности суши составляет в среднем около  $5600 \text{ МДж/м}^2\cdot\text{год}$ , а радиационный баланс — примерно  $2100 \text{ МДж/м}^2\cdot\text{год}$ . Для сравнения укажем, что энергия космических лучей оценивается приблизительно в  $10^{-4} \text{ МДж/м}^2\cdot\text{год}$ , а энергия приливного трения — в  $0,1 \text{ МДж/м}^2\cdot\text{год}$ . Энергия современных тектонических движений (в том числе сейсмическая) также ничтожна в сравнении с солнечной — порядка  $0,03 \text{ МДж/м}^2\cdot\text{год}$ . Более ощутим тепловой поток из недр Земли, связанный с переносом к земной поверхности продуктов вулканических извержений и термальных вод (отчасти с теплопроводностью горных пород). Его средняя величина близка к  $2 \text{ МДж/м}^2\cdot\text{год}$ , что эквивалентно  $0,04\%$  суммарной солнечной радиации. Однако плотность этого потока резко дифференцирована в пространстве, и в вулканических районах он приобретает ландшафтообразующее значение. В региональных масштабах (для вулканических ландшафтов) величина потока геотермической энергии достигает  $20 — 50 \text{ МДж/м}^2\cdot\text{год}$ , а в локальных (в кратерах вулканов, горячих источниках) — нескольких тысяч  $\text{МДж/м}^2\cdot\text{год}$ , т. е. соразмерна с солнечной энергией. Во время вулканических извержений поток геотермического тепла может достигать  $800 \text{ Дж/см}^2\cdot\text{с}$ , что в пересчете на один год составляет  $2,5 \cdot 10^8 \text{ МДж/м}^2$ .

С потоком солнечной радиации связана пространственная и временная упорядоченность вещественного метаболизма в ландшафтах. Обеспеченность солнечной энергией определяет интенсивность функционирования ландшафтов (при равной влагообеспеченности), а сезонные колебания инсоляции обуславливают основной — годичный — цикл функционирования. На земной поверхности электромагнитное излучение Солнца в основном превращается в тепловую энергию и в виде тепла же в конечном счете, после трансформации в ландшафтах, излучается в космическое пространство.

Преобразование приходящей солнечной радиации начинается

с отражения части ее от земной поверхности. Потери радиации на отражение широко колеблются в зависимости от характера поверхности ландшафта. Так, альbedo свежевыпавшего снега составляет 0,80 — 0,95, тающего снега — 0,30 — 0,60, светлых горных пород и почв (в том числе песков) — 0,20 — 0,40, темных горных пород и почв — 0,05 — 0,10, густого зеленого травостоя — 0,20 — 0,25, ерниковой и мохово-лишайниковой тундры — 0,15 — 0,25, травяной ветоши и болот — 0,15 — 0,20, лиственного леса в период вегетации и пожелтения — 0,15 — 0,20, хвойного леса — 0,10 — 0,15. Эффективное излучение, зависящее от температуры излучающей поверхности, облачности и влажности воздуха, также сильно дифференцируется по ландшафтам. В результате наибольшую часть суммарной радиации теряют приполярные ландшафты (арктические пустыни — около 87%), затем — тундровые (80%), а также пустынные и таежные (около 65%, что близко к среднему показателю для всей суши). Наименьшие потери присущи экваториальным лесным ландшафтам (47); ниже средней величины потери в степных, лесостепных и широколиственнолесных суббореальных ландшафтах (59 — 62%) .

Подавляющая часть полезного тепла, поглощаемого земной поверхностью, т. е. радиационного баланса, затрачивается на испарение (точнее, на эвапотранспирацию) и на турбулентную отдачу тепла в атмосферу, иными словами — на влагооборот и нагревание воздуха (тепловая энергия, затраченная на испарение, также выделяется в атмосферу при конденсации водного пара). Соотношение указанных двух расходных статей радиационного баланса существенно различается по ландшафтам и в общих чертах подчинено зональности, причем в гумидных ландшафтах основная доля радиационного баланса расходуется на эвапотранспирацию, а в аридных — на турбулентный поток тепла в атмосферу (табл. 13).

На другие тепловые потоки в ландшафте расходуется лишь небольшая часть радиационного баланса, как правило, не выходящая за пределы точности его измерения. Тем не менее эти потоки играют существенную роль в функционировании ландшафта. Тепло-обмен земной поверхности с почво-грунтом имеет циклический характер: в теплое время года тепловой поток направлен от поверхности к почве, в холодное — в противоположном направлении, и в среднем за год оба потока балансируются. Интенсивность этого теплообмена наибольшая в континентальных ландшафтах с резкими сезонными колебаниями температур воздуха и поверхности почвы. Кроме того, величина теплообмена зависит от влажности и литологического состава почво-грунтов, влияющих на их температуропроводность, и от растительного покрова. Мохово-торфяной слой служит теплоизолятором, затрудняющим теплообмен между атмосферой и почвой; под пологом леса вследствие уменьшения притока солнечного тепла к поверхности почвы теплообмен слабее, чем на безлесных территориях. Теплообмен проникает в почво-грунты большей частью на глубину 10 — 20 м, его величина составляет не более

Т а б л и ц а 13. Затраты тепла на испарение и турбулентный обмен с атмосферой по ландшафтным зонам

Зона <sup>1</sup>	Радиационный баланс, Мдж/М <sup>2</sup> *год	Затраты на испарение		Турбулентный обмен	
		Мдж/М <sup>2</sup> *год	%	Мдж/М <sup>2</sup> *год	
Тундра	625	500	80	125	20
Тайга (северная)	1100	900	82	200	18
Тайга (средняя и южная)	1350	1125	83	225	17
Подтайга	1450	1225	84	225	16
Широколиственный лес	1550	1300	84	250	16
Лесостепь	1600	1280	80	320	20
Степь	1800	1130	63	670	37
Полупустыня	1900	615	32	1285	68
Пустыня (туранская)	2150	380	18	1770	82
Субтропическая влажная зона	2500	2000	80	500	20
Тропическая пустыня	2700	<200	<5	> 2500	>95
Саванна опустыненная	3000	600	20	2400	80
Саванна типичная	3150	1650	52	1500	48
Саванна южная	3300	2400	73	900	27
Влажная экваториальная зона	3500	3150	90	350	10

<sup>1</sup> Материалы по зонам умеренного пояса даны на примере Восточной Европы, по тропическим пустыням и саваннам — на примере Северной Африки.

нескольких процентов от годового радиационного баланса (в тундре, по-видимому, до 10% или более).

В высоких и умеренных широтах некоторая часть радиационного тепла (порядка 2 — 5%) расходуется на таяние снега, льда, сезонной мерзлоты в почве и деятельного слоя многолетней мерзлоты. При замерзании воды затраченное тепло выделяется. На физическое разрушение горных пород и химическое разложение минералов в почве уходят, по-видимому, сотые или тысячные доли процента от всех затрат солнечной энергии.

В трансформации солнечной энергии важная роль принадлежит биоте, хотя на биохимическую реакцию фотосинтеза растения суши используют приблизительно лишь 0,5% от общего потока суммарной радиации (или около 1,3% радиационного баланса). В процессе фотосинтеза на 1 г ассимилированного углерода потребляется 3,8 ккал (15,9 кДж) энергии. Общее количество связанной энергии можно рассчитать умножением этого коэффициента на величину брутто-продукции. Около половины затраченной энергии высвобождается при дыхании продуцентов, остальная часть в чистой первичной продукции (нетто-продукции). Содержание энергии в образовавшейся фитомассе определяется по калорийности (теплоте сгорания) органического вещества, которая в среднем близка к 4,5 ккал (18,5 кДж) на 1 г сухого вещества, но варьирует

у разных сообществ, видов и отдельных органов растений. Общая географическая закономерность сводится к возрастанию калорийности от низких широт к высоким: у влажных экваториальных лесов 16 — 17 кДж, листопадных широколиственных — 17 — 19, хвойных — около 20, тундровых кустарничков — 21 — 24 кДж.

При фотосинтезе используется так называемая фотосинтетически активная радиация (ФАР) — часть солнечного излучения в диапазоне волн от 0,4 до 0,7 мкм, составляющая около 45% от суммарной радиации (40% прямой и 62% рассеянной). Растительный покров поглощает около 90% световой энергии ФАР, но подавляющая часть ее идет на транспирацию и поддержание определенных термических условий в сообществе и только 0,8 — 1,0% — на фотосинтез. КПД фотосинтеза существенно варьирует в зависимости от физико-географических условий. Наиболее высокий коэффициент использования ФАР наблюдается при максимальной теплообеспеченности в сочетании с оптимальным соотношением тепла и влаги, т. е. на экваторе, наиболее низкий — в пустынях и полярных областях (табл. 14). В период вегетации КПД ФАР несколько выше, чем в среднегодовом выводе. При особо благоприятном сочетании условий у отдельных листьев он может достигать 15 — 24%.

Т а б л и ц а 14. Использование солнечной радиации растительными сообществами, по данным В. Лархер (Экология растений. М., 1975)

Типы растительности	Среднее годовое потребление радиации на фотосинтез, % от		Среднее годовое связывание солнечной энергии в нетто-продукции, % от	
	суммарной радиации	ФАР	суммарной радиации	ФАР
Дождевые тропические леса	1,5	4,5	0,6	1,5
Летнезеленые лиственные леса	0,6	1,6	0,4	1,0
Бореальные хвойные леса	0,5	1,1	0,3	0,8
Тропические травяные сообщества	0,2	0,6	0,2	0,5
Злаковники умеренной зоны	0,2	0,6	0,2	0,5
Тундры	0,2	0,4	0,1	0,2
Полупустыни	0,02	0,05	0,02	0,04
Сельскохозяйственные земли	0,3	0,7	0,2	0,6

В процессе дыхания продуцентов, консументов и редуцентов и разложения органических остатков использованная при фотосинтезе энергия снова превращается в тепло, так что почти вся энергия, связанная первичными продуцентами, рассеивается и в отличие от вещества уже не возвращается в биологический цикл. При переходе от одного трофического уровня к другому на каждом последующем уровне для создания биомассы используется лишь небольшая часть энергии, заключенной в предыдущем уровне, и происходят ее большие потери.



По исследованиям в широколиственных лесах Западной Европы, из общего количества ассимилируемой энергии 54,7% расходуется на дыхание растительного покрова. Из 45,3%, накопленных в чистой первичной продукции, 18,9% остается в приросте, 1,1% выедается животными, 13,6% уходит в подстилку, 11,7% — в отмершие корни.

При разложении (дыхании) подстилки теряется еще 9,4%; 15,8% переходит в гумус (11,7% за счет корней и 4,1% за счет подстилки), но из них 14,0% уходит на «дыхание» (минерализацию гумуса) и лишь 1,9% накапливается. Всего, таким образом, на дыхание уходит 79,2% ассимилированной энергии и 20,8% удерживается в живом и мертвом органическом веществе.

Несколько иную структуру имеет модель трансформации энергии в южнотаежных ельниках, построенная Ю. К. Шуйцевым (рис. 40)<sup>1</sup>.

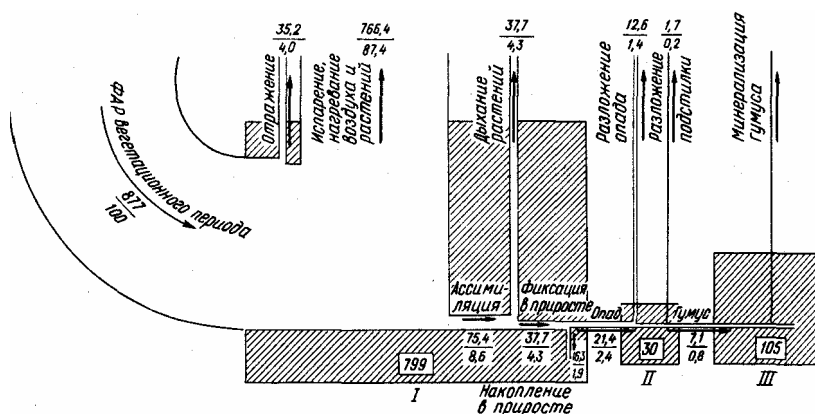


Рис. 40. Поток энергии в южнотаежном ельнике кисличнике (по материалам Ю. К. Шуйцева).

Основные блоки: I — фитомасса, II — мертвое органическое вещество (наземный и подземный опад), III — почвенный гумус. Площади заштрихованных прямоугольников пропорциональны запасам энергии в блоках (Мдж/м<sup>2</sup>, обозначены цифрами в рамках). Эпюры со стрелками указывают направление основных потоков энергии; цифры в числителе — величина потока (Мдж/м<sup>2</sup>), в знаменателе — процент от количества ФАР вегетационного периода

В живой биомассе суши аккумулировано примерно  $4 \cdot 10^{16}$  МДж энергии, что соответствует 5% годовой суммарной солнечной радиации или около 14% радиационного баланса. В отдельных сообществах эти соотношения более высоки. Так, в таежных темнохвойных лесах запас связанной энергии составляет в среднем около 500 МДж/м<sup>2</sup> (что эквивалентно 40% годового радиационного баланса), в листопадных широколиственных — 650 МДж/м<sup>2</sup> (40%),

<sup>1</sup> См.: Шуйцев Ю. К. Некоторые особенности энергетики южнотаежных ельников Новгородской области// Вопросы географии. 1981. № 117. С. 208 — 215.

в экваториальных лесах — 850 МДж/м<sup>2</sup> (24%), а в североамериканских лесах из секвойи и дугласии — более 1700 МДж/м<sup>2</sup> (70%).

Некоторая часть аккумулированной солнечной энергии содержится в мертвом органическом веществе (подстилке, почвенном гумусе, торфе). В гумусе мощных тучных черноземов она превышает 1000 МДж/м<sup>2</sup>, в торфе — тысячи МДж/м<sup>2</sup>.

Ежегодно лишь ничтожная часть биологически связываемой энергии Солнца «консервируется» в мертвой органической массе и превращается в потенциальную химическую энергию, однако кумулятивный эффект этого процесса, продолжавшегося на протяжении геологических эпох, выразился в накоплении огромного запаса энергии в каустобиолитах, соразмерного с годовым поступлением суммарной солнечной радиации к суше.

Энергетическое значение биоты в функционировании геосистем определяется не только преобразованием солнечного тепла непосредственно при фотосинтезе (и разложении биомассы). Напомним, что уже на входе в геосистему поток солнечной энергии существенно трансформируется растительностью: низкое альbedo растительного покрова влияет на увеличение радиационного баланса; с другой стороны, под полог леса проникает лишь часть радиации (в темно-хвойном лесу — 1/10 и менее), причем изменяется ее спектральный состав и уменьшается доля ФАР; над поверхностью леса турбулентный поток тепла возрастает по сравнению с безлесной поверхностью и т. д. Особенно же существенное место в энергетическом балансе ландшафта занимают затраты солнечного тепла на перекачивание влаги из почвы в атмосферу через растения. В гумидных ландшафтах транспирация составляет главную статью расхода солнечной энергии. Как уже отмечалось, при развитом растительном покрове испарение осуществляется в основном в виде транспирации, за исключением неизбежных потерь влаги на физическое испарение (преимущественно до начала и после окончания вегетации)<sup>1</sup>.

Необходимость больших затрат энергии на транспирацию (и тем самым обеспечения минерального питания растений, а также предотвращения их перегрева), очевидно, служит причиной низкого КПД фотосинтеза и лимитирует возможности повышения биологической продуктивности. В ландшафтах, достаточно обеспеченных влагой, на транспирацию расходуется не менее 60 — 80% энергии радиационного баланса, а в экваториальных лесах этот показатель местами приближается к 100%. Если допустить гипотетическую возможность полного перехвата стока и физического испарения и утилизации всех атмосферных осадков, то в гумидных ландшафтах попросту не хватит солнечной энергии, чтобы растения смогли «перекачать» все это количество влаги в атмосферу. В аридных же ландшафтах

<sup>1</sup> Испарение происходит и с поверхности снежного покрова, составляя, впрочем, небольшую долю суммарной эвапотранспирации — порядка 5 — 10 мм, или около 10 — 20% твердых осадков.

естественные пределы фотосинтеза и продуцирование биомассы определяются недостатком осадков.

Топологические, или ландшафтно-морфологические (внутриландшафтные), закономерности в энергетике геосистем изучены недостаточно. Ю. К. Шуйцев, изучая энергетику южнотаежных ельников, пришел к заключению, что автономные (плакорные) сообщества используют солнечную энергию наиболее эффективно, а супераквальные (с застоем влаги) — наименее. Трансэлювиальные и трансаккумулятивные местоположения занимают в этом отношении промежуточное место. Соответственно изменяются запасы энергии в живой фитомассе (МДж/м<sup>2</sup>): в плакорном ельнике-черничнике — 799, в чернично-зеленомошном и хвощево-папоротниковом — по 705, в сфагновом — 275. Запасы энергии в мертвом органическом веществе, напротив, возрастают по мере ухудшения дренажа и аэрации: в сухостое и подстилке соответственно 30, 77, 41, 204, а в гумусовом веществе почвы и торфе — 105, 99, 242 и 2396 МДж/м<sup>2</sup>.

Особый аспект энергетики ландшафта связан с потоками механической энергии. Источники механического перемещения вещества в ландшафте имеют двоякую природу: оно осуществляется за счет энергии тектонических процессов, «законсервированной» в земной коре, и энергии солнечных лучей. В «надводной» части материков (лежащей выше уровня Мирового океана) накоплено около  $3 \cdot 10^{18}$  МДж потенциальной механической энергии (примерно в 3 раза больше суммарной радиации, поступающей ежегодно на сушу), которая эквивалентна энергии тектонических процессов, затраченной на преодоление силы тяжести. Ежегодно при денудации реализуется, т. е. превращается в кинетическую энергию, около одной десятиллионной доли этого запаса, что соответствует десятитысячным долям процента от величины суммарной радиации. При кажущейся незначительности этой цифры с ней связаны мощные потоки твердого материала, о которых уже речь шла выше.

В количественном отношении на 2 — 3 порядка выше потоки механической энергии, происходящие за счет трансформации солнечного тепла и обуславливающие перемещения воздушных и водных масс, а также ледников, пыли, органического опада. Нарушение теплового и связанного с ним гравитационного равновесия в атмосфере из-за неравномерного поступления тепла от земной поверхности приводит к механическому перемещению воздушных масс, а вместе с ними — водяного пара, пылевых и органических частиц. В механическую энергию ветра ежегодно переходит  $n \cdot 10^{14}$  МДж солнечной энергии (около 0,1% суммарной радиации, полученной всей сушей). Эта энергия рассеивается в виде тепла (в том числе и при выпадении атмосферных осадков). Механическая энергия всех текучих вод, которая есть также не что иное, как трансформированная лучистая энергия Солнца, оценивается в  $n \cdot 10^{13}$  МДж\*год (около 0,01% суммарной радиации).

В каждом конкретном случае запасы потенциальной механиче-

ской энергии геосистемы и величина работы, производимой при механическом перемещении вещества, могут быть определены путем сравнения потенциалов силы тяжести («энергия положения») масс, расположенных на разных гипсометрических уровнях. Например, если при разнице высот в 20 м в пределах площади 1 га годовой слой денудации составляет 0,1 мм при объемной массе  $2,5 \text{ г/см}^3$ , т. е. перемещается  $2,5 \cdot 10^3 \text{ кг}$  материала, то работа по его перемещению (денудации) составит:  $A_d = 2,5 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 20 \text{ м} = 4,9 \text{ МДж/га} = 4,9 \cdot 10^{-4} \text{ МДж/м}^2$ .

При годовом слое стока 300 мм с той же площади работа, произведенная текущими водами, равна:  $A_c = 3 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 20 \text{ м} = 59 \text{ МДж/га} = 5,9 \cdot 10^{-3} \text{ МДж/м}^2$ .

Преобразование энергии может служить одним из показателей *интенсивности функционирования ландшафта*. Вопрос о возможности интегральной количественной оценки функционирования ландшафтов с помощью какой-либо единой меры имеет дискуссионный характер. Однако сравнивая ландшафты по отдельным частным показателям функционирования (трансформация солнечной энергии, внутренний влагооборот, биологический круговорот веществ и др.), мы находим между этими показателями определенное соответствие. Очевидно, интенсивность функционирования ландшафта тем выше, чем интенсивнее в нем внутренний оборот вещества и энергии и связанная с ним созидаящая функция, которая выражается прежде всего в биологической продуктивности. В свою очередь, все перечисленные процессы определяются соотношением теплообеспеченности и увлажнения. Однако до сих пор не найдено удовлетворительного способа выражения этого соотношения в виде того или иного коэффициента. Наиболее удачным представляется предложенный Н. Н. Ивановым «показатель биологической эффективности климата» (ТК) в виде произведения от умножения суммы температур за период со средними суточными температурами выше  $10^\circ \text{C}$  (Т) на годовой коэффициент увлажнения (К). При этом за предельную величину К принята 1, так как дальнейшее увеличение увлажнения не оказывает положительного эффекта на биологическую продуктивность и на функционирование ландшафта в целом.

При всей условности этого коэффициента (основной недостаток его состоит в том, что он «не работает» в приполярных областях, где не бывает средних температур выше  $10^\circ \text{C}$ ) он дает достаточно объективное представление об относительной степени тепло- и влагообеспеченности различных ландшафтов и при этом хорошо коррелирует с другими показателями функционирования, в качестве которых в табл. 15 приведены также относительные значения интенсивности внутреннего влагооборота, или, что то же, затрат тепла на эвапотранспирацию Е, величины чистой первичной продукции фитомассы Б и годового потребления зольных элементов и азота растительностью MN. По всем перечисленным показателям первое место занимают экваториальные ландшафты, для которых значения ТК, Е,

**Т а б л и ц а 15. Показатели относительной интенсивности функционирования ландшафтов**

Типы ландшафтов	ТК	Б	'Е	М
Экваториальные лесные	100	100	100	100
Субэкваториальные лесные	96	80	82	80
Тропические лесные	87	80	77	80
Саванновые влажные и лесосаванновые	69	60	68	60
Субтропические влажные лесные	66	60	68	50
Саванновые типичные	32	35	51	35
Суббореальные широколиственнолесные	28	34	43	26
Суббореальные лесостепные	20	35	41	35
Подтаежные	20	30	39	20
Южнотаежные	17	22	33	15
Суббореальные степные (северные)	16	28	36	25
Саванновые опустыненные	16	17	35	16
Среднетаежные	14	18	30	10
Суббореальные степные (южные)	12	20	28	12
Северотаежные	11	12	24	8
Лесотундровые	7	11	20	7
Суббореальные полупустынные	7	11	18	10
Субтропические пустынные	5	-	15	-
Суббореальные пустынные	4	5	16	5
Тундровые типичные	2	6	10	5
Тропические пустынные	2	<2	6	<2
Арктикотундровые	0	4	8	2
Полярнопустынные	0	1	<8	<2

Б и М приняты за 100. Данные по остальным ландшафтам представлены в виде отношения к 100, т. е. в процентах по отношению к абсолютным величинам, свойственным экваториальным ландшафтам. В качестве типичных значений для разных зональных типов ландшафтов приняты те, которые наблюдаются в более или менее сравнимых условиях секторности, а именно в умеренно-континентальных секторах.

Нетрудно заметить, что по всем принятым в табл. 15 признакам типы ландшафтов располагаются практически в одинаковой последовательности от наивысших значений к наименьшим.

Наиболее существенные отклонения имеются лишь в последней колонке, что объясняется главным образом способностью травяных сообществ более интенсивно поглощать элементы питания по сравнению с лесными. В целом же та последовательность ландшафтных типов, которая представлена в табл. 15, может рассматриваться в первом приближении как их ранжированный ряд по относительному убыванию интенсивности функционирования.

#### **Годичный цикл функционирования ландшафта**

Характеристика функционирования ландшафта обычно основывается на средних или суммарных годовых показателях (табл. 5 — 15), и это не случайно, так как год — это минимальный отрезок

времени, в течение которого выявляются все типичные процессы функционирования и для которого может быть составлен полный баланс вещества и энергии в геосистеме. Можно сказать, что годичный интервал — это минимальное время выявления всякой геосистемы.

Функционирование геосистем имеет циклический характер и подчинено цикличности поступления солнечной энергии. Каждому компоненту присуща определенная инерционность, т. е. большее или меньшее отставание ответных реакций на внешние (астрономические) причины внутригодовых изменений, в силу чего эти изменения не синхронны в отдельных процессах и явлениях. Уже тепловой режим приземного слоя воздуха не следует автоматически за высотой солнца над горизонтом, и кривая годового хода температуры сдвинута по отношению к кривым суммарной радиации и радиационного баланса. В тайге Северо-Запада Русской равнины максимум солнечной радиации наблюдается в июне, наиболее высокая температура воздуха — в июле, а нижних горизонтов почвы — только в сентябре; в период наибольшего выпадения осадков запасы продуктивной влаги в почве оказываются наименьшими (рис. 41). Под покровом сомкнутого пихтового леса (в Приангарье), где теплообмен сильно замедлен, к тому моменту, когда солнечная радиация достигает максимума, на глубине 3 м наступает годовой *минимум* температуры.

С инерционностью компонентов связан эффект последствия, т. е. зависимость состояния геосистемы от характера предшествующих сезонных фаз. В тайге весной и в начале лета атмосферное увлажнение недостаточное, однако благодаря зимнему накоплению снега почва получает дополнительный запас влаги, обеспечивающий функционирование биоты. В муссонных ландшафтах, где снегонакопление незначительное, весной наблюдаются засухи. Летние температуры корнеобитаемого слоя в темнохвойных лесах теснее коррелируют со снежностью и мерзлотностью предшествующей зимы, чем с температурой воздуха текущих летних фаз. Термические условия осени влияют на интенсивность стока и запасы почвенной влаги весной (так, сильное осеннее промерзание почвы ухудшает возможность просачивания талых вод и способствует усилению поверхностного стока и образованию высокого половодья).

Цикличность процессов функционирования геосистемы сопровождается определенными изменениями ее вертикальной структуры. В умеренном поясе особенно четко различаются летний и зимний варианты этой структуры. Летний, ассимилирующий зеленый покров с более или менее сложной системой горизонтов (древесный полог, подлесок, травяной ярус и т. п.) зимой полностью или частично деградирован, но в это время года появляются снежный покров и мерзлотный почвенный слой.

Для любого отдельного момента годового цикла можно получить временной срез, отражающий состояние системы как эпизод непре-

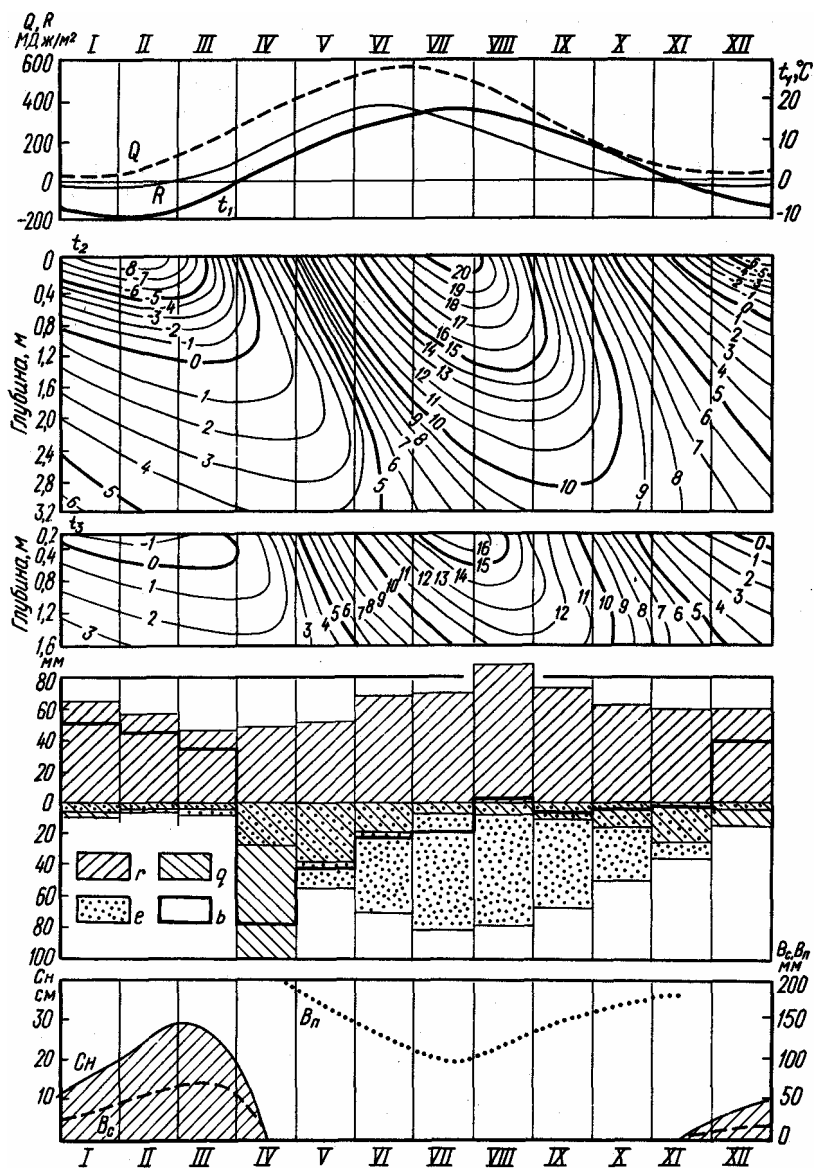


Рис. 41. Внутригодовой режим тепла и влаги в Ленинграде:

$Q$  — суммарная радиация,  $R$  — радиационный баланс,  $t_1$  — средняя температура воздуха,  $t_2$  — средняя температура почвогрунта под оголенной поверхностью,  $t_3$  — то же, под естественным покровом,  $r$  — среднее месячное количество осадков,  $e$  — средняя месячная величина испарения,  $q$  — средний месячный слой стока,  $b$  — средний месячный водный баланс (выше нулевой линии — положительный, ниже — отрицательный),  $С$  — средняя высота снежного покрова,  $Вс$  — средний запас влаги в снежном покрове,  $Вп$  — средний запас влаги в верхнем метровом слое почвы. I — XII — месяцы

рывного циклического процесса. В качестве примеров можно привести три подобных «эпизода» для различных суточных состояний так называемых стексов, по наблюдениям на Марткопском стационаре Тбилисского университета в 1972 — 1976 гг. (табл. 16). Однако

**Т а б л и ц а 16. Некоторые показатели функционирования горных луговостепных фаций Марткопского стационара при трех различных суточных состояниях (по Н. Л. Беручашвили, 1986)**

Показатели	Типичные суточные состояния		
	морозно- снежное (зимнее)	прохладное влажное (весеннее)	очень теплое влажное (летнее)
Суммарная радиация, кал/см	199	416	425
Прямая радиация, кал/см <sup>2</sup>	111	?	225
Рассеянная радиация, кал/см <sup>2</sup>	88	?	200
Альбедо, %	56	18	22
Отраженная радиация, кал/см <sup>2</sup>	111	79	94
Радиационный баланс, кал/см <sup>2</sup>	18	192	215
Турбулентный теплообмен, кал/см <sup>2</sup>	30	104	99
Затраты тепла на испарение, кал/см <sup>2</sup>	11	84	114
Теплообмен с почвой, кал/см <sup>2</sup>	1	4	2
Испарение <sup>1</sup> , т/га	1,8	17,8	21,8
Масса снега, т/га	260	-	-
Масса почвенной влаги, т/га	1500 <sup>2</sup>	2340	2130
Влажность почвы, %	0,36	17,1	16,1
Зеленая фракция фитомассы, т/га	-	0,92	10,8
Масса корней, т/га	18,8 <sup>3</sup>		16,1
Масса ветоши, т/га	5,4	3,4	1,0
Масса подстилки, т/га	6,7	3,3	4,7

<sup>1</sup> Зимой — включая сублимацию и таяние, весной — с транспирацией.

<sup>2</sup> В том числе 360 т/га в мерзлом состоянии.

<sup>3</sup> В том числе 15,3 т/га в мерзлом состоянии.

подобные мгновенные срезы каждый в отдельности не дают возможности установить закономерности функционирования системы. На каждом отрывочном отрезке годового цикла отдельные процессы могут быть несбалансированными и создавать впечатление противоречивости (например, интенсивный расход влаги на испарение и транспирацию при полном отсутствии ее поступления или продолжающееся охлаждение почвы при повышении температуры воздуха). Лишь полный анализ интегрального процесса функционирования ландшафта в закономерной последовательной смене внутригодовых состояний может раскрыть его сущность.

Фенологи и ландшафтоведы предложили различные схемы деления годичного цикла на сезоны, подсезоны, фазы, этапы и т. п. Так, В. А. Фриш различает летний и зимний варианты ландшафтной структуры, а в каждом из них по четыре этапа. На примере Белорус-



ского Поозерья в зимнем варианте выделяются следующие этапы: 1) формирование — образование первого снежного и ледового покрова, начало промерзания почв, зимнего покоя растений, спячки животных; 2) консолидация — установление постоянного и сплошного снежного и ледового покровов; 3) кульминация — пессимальные для биоценозов режимы, самые холодные погоды года; 4) деградация — начало разрушения снежного и ледового покровов при радиационных оттепелях в послеполуденные часы, повышенная активность не впадавших в спячку животных. Этапы летнего варианта ландшафтной структуры: 1) формирование — начало освобождения поверхности суши и водоемов от снега и льда, начало вегетации, активное состояние животного мира; 2) консолидация — начало массового развития листовой поверхности растений; 3) кульминация — наиболее оптимальные в году режимы развития биоценозов и максимальное продуцирование органического вещества (между датами последнего весеннего и первого осеннего заморозков); 4) деградация — заморозки в предутренние часы на поверхности почвы и травяного яруса, в котором происходит массовое отмирание годичных побегов, осеннее окрашивание листвы и листопад — подготовка растений к зимнему покою<sup>1</sup>.

В рамках этапов В. А. Фриш выделяет 35 стадий, в основном связанных с отдельными погодными ситуациями (например, с осадками и без осадков, с метелями, волнами холода и т. п.).

А. А. Крауклис, основываясь на материалах стационарных наблюдений в южной тайге Средней Сибири, разделил годичный цикл функционирования типичной плакорной фации с пихтовым лесом на 12 фаз<sup>2</sup>. Приводим их краткую характеристику (в скобках указаны средние даты начала фаз).

1. *Предвесенняя фаза (20 III)*. Переход суточного максимума температур воздуха от отрицательных значений к положительным; таяние снега идет еще слабо.

2. *Ранневесенняя фаза (20 IV)*. Средние суточные температуры воздуха переходят от отрицательных к положительным; часты возвраты холодов; на открытых местах снег в основном сходит, но в лесу еще сохраняется его значительное количество; интенсивный поверхностный сток.

3. *Поздневесенняя фаза* — массовое начало вегетации (в темнохвойном лесу эта фаза в силу позднего схода снежного покрова практически сливается с последующей).

4. *Предлетняя фаза (1 VI)*. Средний суточный минимум температуры воздуха переходит от отрицательного к положительному; оттаивает и прогревается корнеобитаемый слой, почва промачивается и заряжается влагой; максимальная мобильность минерального

<sup>1</sup> См.: Фриш В. А. Сезонная динамика ландшафтов Белорусского Поозерья // Известия ВГО. 1974. Т. 106. № 1. С. 11 — 17.

<sup>2</sup> Динамика геосистем и освоение Приангарской тайги. Новосибирск, 1985. С. 74 — 91.

субстрата — оседание, сползание по склонам, размывание днищ и берегов водотоков; интенсивное испарение; первые цветущие растения, восстановление надземных частей у летнезеленых видов, набухание и распускание почек у зимнезеленых.

5. *Раннелетняя фаза (15 VI)*. Начало интенсивного увеличения общего количества живой растительной массы — заметный прирост деревьев по высоте и в толщину; наиболее интенсивная солнечная радиация, но почва продолжает охлаждаться (на глубине 3 м температура достигает годового минимума); влагозапасы в почве убывают из-за интенсивного испарения и транспирации; максимум цветущих растений.

6. *Позднелетняя фаза (20 VII)*. Прекращение существенного увеличения количества живой растительной массы; в почве наступает кульминация прогревания, запасы доступной влаги в корнеобитаемом слое в значительной степени истощены; активность биоты затухает, у большинства растений — плодоношение и опадение генеративных частей.

7. *Предосенняя фаза (20 VIII)*. Начало массового отмирания зеленых частей растений.

8. *Осенняя фаза (5 IX)*. Переход суточного минимума температуры воздуха от положительных значений к отрицательным; ускоренный опад отмерших частей растений и пополнение запасов напочвенной органики.

9. *Предзимняя фаза (5 X)*. Переход средних суточных температур воздуха от положительных к отрицательным; продолжается опадение листьев и хвои; частично замерзает подстилка, появляется снег, но на глубине 3 м еще только наступает температурный максимум.

10. *Раннезимняя фаза (10 XI)*. Суточные максимумы температуры становятся отрицательными; устанавливается постоянный снежный покров; в корнеобитаемом слое отрицательная температура.

11. *Глубокозимняя фаза (5 XII)*. Существенное замедление общего падения температуры воздуха и наступление самых низких ее значений; сильные межгодовые колебания температуры и мощности снежного покрова.

12. *Позднелетняя фаза (20 II)*. Интенсивное повышение дневной температуры воздуха; максимум высоты снежного покрова и влагозапасов; в начале фазы — наиболее низкая температура корнеобитаемого слоя, к концу ее — наибольшая глубина сезонного промерзания.

Стационарные наблюдения пока еще единичны и охватывают короткие временные ряды, не всегда достаточные для выявления средних многолетних показателей. Притом эти наблюдения относятся лишь к фациям, и вопрос их экстраполяции, т. е. перехода от отрывочных локальных материалов к характеристике сезонной динамики собственно ландшафта, остается нерешенным. Поэтому в настоящее время для сравнительной характеристики различных ландшафтов сохраняют силу традиционные массовые фенологические наблюдения, требующие, конечно, определенной ландшафтоведче-

ской интерпретации и увязки с другими отраслевыми режимными наблюдениями.

Путем обобщения материалов многолетних климатических, гидрологических, фенологических и других наблюдений составлена приведенная ниже характеристика фаз годового цикла для окрестностей Ленинграда (рис. 41, 42). Даты наступления и окончания фаз

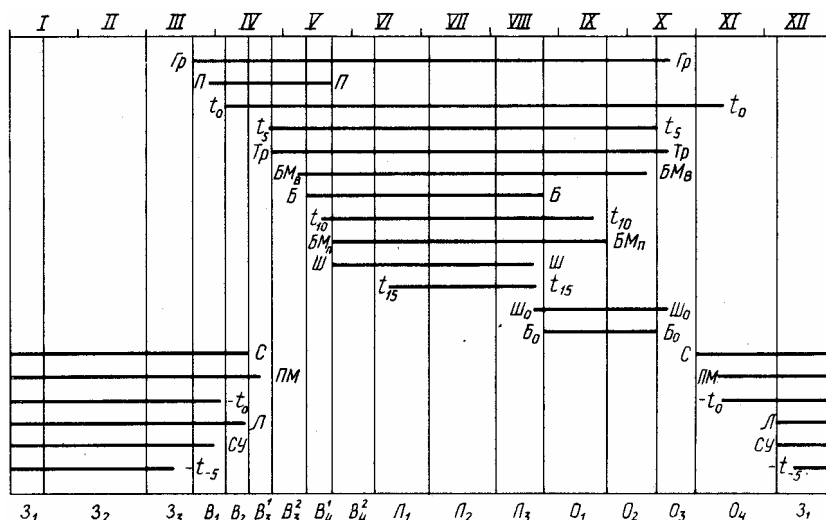


Рис. 42. Фазы годового цикла и сезонные спектры некоторых явлений для Ленинграда.

Зимние фазы:  $Z_1$  — первая,  $Z_2$  — вторая,  $Z_3$  — третья; весенние фазы:  $B_1$  — первая,  $B_2$  — вторая,  $B_3^1$  — третья (первая подфаза),  $B_3^2$  — третья (вторая подфаза),  $B_4^1$  — четвертая (первая подфаза),  $B_4^2$  — четвертая (вторая подфаза); летние фазы:  $L_1$  — первая,  $L_2$  — вторая,  $L_3$  — третья; осенние фазы:  $O_1$  — первая,  $O_2$  — вторая,  $O_3$  — третья,  $O_4$  — четвертая. Периоды со средними суточными температурами в пределах:  $t_0$  — выше  $0^\circ\text{C}$ ,  $t_5$  — выше  $5^\circ\text{C}$ ,  $t_{10}$  — выше  $10^\circ\text{C}$ ,  $t_{15}$  — выше  $15^\circ\text{C}$ ,  $t_{-5}$  — ниже  $-5^\circ\text{C}$ . Прочие показатели:  $БМ_v$  — безморозный период в воздухе,  $БМ_p$  — безморозный период на поверхности почвы.  $C$  — период между появлением первого снежного покрова и его окончательным сходом,  $СУ$  — период с устойчивым снежным покровом,  $Л$  — ледостав,  $П$  — половодье,  $П_m$  — мерзлое состояние почвы,  $Т_p$  — вегетация трав,  $Б$  — активная вегетация березы,  $Ш$  — активная вегетация широколиственных деревьев,  $Б_0$  — осенние фазы вегетации березы (расцветивание и листопад);  $Ш_0$  — осенние фазы вегетации широколиственных деревьев,  $Г_p$  — период между началом прилета и окончанием отлета грачей.  $I$  —  $XII$  — месяцы

определены с учетом периодизации, детально разработанной фенологами <sup>1</sup>.

Зима в умеренном поясе, точнее в условиях континентального бореального и суббореального климата, может быть определена как сезон с устойчивым снежным покровом. Радиационный баланс в это время отрицательный, средняя температура воздуха ниже  $-5^\circ\text{C}$ . Влагооборот сильно замедлен; осадки, испарение, сток характеризуются самыми низкими значениями в году. Реки покрыты льдом.

<sup>1</sup> См.: Шульц Г. Э. Общая фенология. Л., 1981. С. 188.

Вегетация исключена. Резко снижается активность животных; у холонокровных — зимняя диапауза, большинство птиц еще осенью улетает на юг. Однако у многих представителей активная жизнедеятельность не прекращается и зимой (волк, лисица, заяц, белка, мышевидные грызуны, глухарь, тетерев, рябчик, некоторые дятлы и синицы, сорока и др.).

*Первая фаза зимы, или раннезимняя фаза, первозимье (6 XII — 15 I).* Вслед за образованием устойчивого снежного покрова средняя суточная температура переходит через  $-5^{\circ}\text{C}$  (9 XII), около этого же времени максимальная дневная температура переходит через  $0^{\circ}\text{C}$  (что соответствует началу устойчивых морозов). Баланс влаги положителен, начинается накопление снеготоплив, однако высота снежного покрова еще невелика, поэтому происходит сильное охлаждение и промерзание почвы, продолжающееся всю зиму. В животном мире завершается подготовка к длительной перезимовке; у пушных зверей и копытных летний мех меняется на зимний.

*Вторая фаза зимы, или среднезимье, глубокая зима (15 I — 1 III).* За начало можно принять устойчивый переход минимальных суточных температур через  $-10^{\circ}\text{C}$ . Самое холодное время года, фаза зимней стабилизации геосистем. Количество осадков продолжает сокращаться, но высота снежного покрова нарастает. Для животных это наиболее тяжелое время (нехватка кормов), однако у лисиц, зайцев, белок начинается гон.

*Третья фаза зимы — позднезимняя, или предвесенняя (1 — 20 III).* Радиационный баланс становится положительным, заметно повышается температура воздуха. Средняя суточная температура переходит через  $-5^{\circ}\text{C}$  к концу фазы (14 III). Количество осадков в марте минимальное, высота снежного покрова и запасы воды в нем достигают максимума, снег оседает и уплотняется; сток в марте несколько возрастает. Почва продолжает промерзать. У некоторых птиц начинается предвесеннее оживление.

Началом весны можно считать переход дневной температуры (в 13 часов) через  $0^{\circ}\text{C}$ , наступление радиационных оттепелей и начало разрушения снежного покрова.

*Первая фаза весны — начало снеготаяния (20 III — 4 IV).* Радиационный баланс растет, значительная его часть расходуется на таяние снега и льда. Появляются проталины на ровных местах, но почва продолжает промерзать, максимальная глубина промерзания (52 см) наблюдается в начале апреля. Водоемы еще находятся подо льдом, но сток возрастает, и в конце фазы начинается половодье. Биофенологический индикатор наступления весны — первая волна прилета птиц — грачей (22 III) к концу фазы наблюдается вторая волна (скворцы, зяблики). Появляются первые весенние мухи (28 III).

*Вторая фаза весны — завершение снеготаяния — от перехода средней температуры воздуха через  $0^{\circ}\text{C}$  (5 IV) до схода снежного покрова (15 IV).* Начинается слабое оттаивание верхних горизонтов

почвы, но в основном почва еще мерзлая, и влага частью застаивается на поверхности, насыщая подстилку, частью стекает поверхностным и внутрипочвенным стоком. 10 — 14 IV вскрываются реки, 12 — 17 IV половодье достигает максимума; на апрель приходится до 40% годового стока. Появляются первые признаки жизнедеятельности растений: начинается сокодвижение у березы (11 IV), у некоторых деревьев и кустарников набухают почки. Цветущих растений в это время еще нет. Появляются ранневесенние насекомые — муравьи, бабочки крапивница и лимонница. Продолжается вторая волна прилета птиц; у глухаря, тетерева, рябчика — массовое токование. Пробуждаются от спячки медведь и барсук; у зайца, белки, лисицы рождаются детеныши.

*Третья фаза весны — «оживление весны» (15 IV — 10 V)* наступает после полного схода снежного покрова при средней суточной температуре около 3° С и заканчивается, согласно фенологической традиции, перед началом зеленения березы. В течение первого этапа (подфазы) — до перехода средней температуры через 5° С (25 IV) — почва полностью оттаивает. Запасы продуктивной влаги в почве к началу этапа максимальны (более 200 мм в верхнем метровом слое) и постепенно начинают уменьшаться, растет испаряемость. Интенсивный сток сопровождается максимальным механическим и геохимическим выносом твердого вещества. Зацветают растения, у которых цветение начинается до появления листьев — мать-и-мачеха, ольха серая и черная, лещина. В лесной подстилке — оживление беспозвоночных; появляются выбросы дождевых червей. Начинается роение комаров-толкунов, пробуждаются земноводные; продолжается прилет птиц.

С переходом средней температуры воздуха через 5° С (вторая подфаза) исчезают последние пятна снега в лесу, заканчивается разрушение ледового покрова на водоемах. Почва на открытых местах к концу этапа прогревается на глубине 20 см до 7 — 8° С и просыхает до мягко-пластичного состояния. Продолжает расти испаряемость, и атмосферное увлажнение становится недостаточным. Запасы продуктивной влаги в почве сокращаются примерно на 20 мм. Возобновляется вегетация однолетних и многолетних трав, появляются первые листья у некоторых кустарников, увеличивается число цветущих видов, у березы начинают распускаться почки (2 V). С зацветанием насекомоопыляемых растений (главным образом ив) связано пробуждение пчел, шмелей, ос. Вслед за окончательным освобождением от льда водоемов наблюдается массовый прилет водоплавающих птиц, а также многих насекомоядных (4-я волна).

*Четвертая фаза весны — «разгар весны» (10 V — 10 VI).* Происходит постепенный переход к летнему состоянию ландшафта и формируется зеленый аспект (вне хвойного леса). 16 V отмечается последний заморозок в воздухе, а 20 V — на поверхности почвы, и одновременно средняя температура воздуха переходит через 10° С. Количество осадков растет, но относительная влажность воздуха

самая низкая в году, и коэффициент увлажнения становится минимальным (0,62). Запасы почвенной влаги на открытых участках интенсивно расходуются. Половодье идет на убыль, но на май приходится еще до 15% годового стока.

В этой фазе можно различать два этапа (подфазы) — до и после установления средней температуры воздуха  $10^{\circ}\text{C}$  и окончания заморозков на поверхности почвы. На первом этапе почва прогревается до  $10^{\circ}\text{C}$  на глубину 20 см и переходит в твердо-пластичное состояние. Это время интенсивного цветения трав, а также некоторых деревьев и кустарников. В основном заканчивается прилет птиц (пятая волна), появляются выводки у глухаря, тетерева, рябчика, новорожденные телята у копытных. Наступает пора сева ранних яровых.

В течение второго этапа заметно активизируется жизнедеятельность растительного мира. С переходом средней температуры воздуха через  $10^{\circ}\text{C}$  трогается в рост ель европейская (20 VI), позднее — сосна; 22 VI начинается облиствение широколиственных деревьев. К концу этапа завершается формирование полога листвы. В это же время зацветают хвойные, многие лиственные деревья и кустарники (черемуха 23 VI, дуб черешчатый 2 VI, рябина 5 VI и др.), травы и кустарнички (черника 20 VI, седмичник 28 VI, брусника 7 VII).

*Начало лета* определяется по-разному — датами окончания заморозков в воздухе или на почве, перехода средней суточной температуры воздуха через  $15^{\circ}\text{C}$  и др. Если принять в качестве феноиндикатора зацветание шиповника, то начало лета в Ленинграде придется на 10 VI.

*Первая фаза лета* (10 VI — 4 VII) — время наибольшей продолжительности светлой части суток («белых ночей») и максимального притока солнечной радиации. Температура воздуха 21 VI переходит через  $15^{\circ}\text{C}$ . Верхний горизонт почвы на открытых местах теплее воздуха, но под темнохвойным пологом прогревание почвы сильно запаздывает. Количество осадков и испаряемость возрастают, коэффициент увлажнения — 0,70. Запасы продуктивной почвенной влаги продолжают сокращаться (примерно до 120 мм под зерновыми посевами). Сток также сокращается, составляя всего около 5% от годового. Интенсивно растет вегетативная масса. Листва на деревьях и кустарниках достигает полного развития; быстро растут побеги. Цветут многие кустарники, лесное крупнотравье, основные злаки суходольных лугов, большинство водных растений. В животном мире — пора усиленного размножения насекомых, земноводных, пресмыкающихся и птиц.

*Вторая фаза лета* (4 VII — 3 VIII) не отделяется четко от первой. Условный феноиндикатор — созревание черники. Это самая теплая часть года со средней температурой около  $17^{\circ}\text{C}$ . Испаряемость достигает максимума, и коэффициент атмосферного увлажнения составляет всего 0,69. Почвенные запасы влаги на безлесных участках к концу этой фазы оказываются минимальными (около 100 мм

в метровом слое почвы). Сток также подходит к своему минимуму (2 — 3% от годового). В отдельные годы дефицит осадков влечет за собой пересыхание торфяников, высыхание лесных ягод, усиление пожарной опасности в лесах. У большинства ягодников (черники, земляники, морошки, голубики, малины) созревают плоды. Цветение наблюдается у позднецветущих видов, в том числе у таволги, липы мелколистной и вереска. В животном мире значительно снижается интенсивность размножения; птицы в основном заканчивают выкармливание птенцов; очень активны кровососущие насекомые.

*Третья фаза лета — позднелетняя, или спад лета (4 VIII— 23 VIII)* характеризуется плавным снижением температуры при сохранении общего летнего аспекта — до появления первых четких признаков пожелтения листвы у листопадных деревьев, намечающегося вскоре после обратного перехода суточной температуры воздуха через 15° С (17 VIII). Осадки в это время максимальны, испаряемость заметно падает и атмосферное увлажнение становится избыточным. Запасы влаги в почве начинают пополняться, намечается также увеличение стока. Созревают плоды брусники (5 VIII), рябины (18 VIII), майника, ландыша и др. Прирост у деревьев прекращается; у трав намечается отмирание побегов (пожелтение вегетативных частей у кислички, седмичника), к концу периода появляются первые желтые листья у вяза и липы мелколистной. Птицы собираются в стаи, первыми отлетают на юг черные стрижи. Насекомые еще активны.

Фенологическим признаком наступления *осени* считается начало пожелтения листьев березы, знаменующее завершение вегетации.

*Первая фаза осени (23 VIII — 21 IX)* продолжается до начала заморозков на поверхности почвы. В начале этапа средняя температура воздуха около 14° С, в конце — около 8° С. Количество осадков снижается, но еще более резко падает испаряемость, увлажнение явно избыточное; продуктивные запасы влаги в метровом слое почвы увеличиваются к концу данной фазы примерно до 150 мм; постепенно возрастает сток (на сентябрь приходится 5 — 6% годовой нормы). Вслед за березой начинается пожелтение листьев у осины, рябины, черемухи, дуба, некоторых кустарников. В ходе расцвечивания листвы начинается листопад (у березы 14 IX). Желтеет и опадает хвоя сосны. Созревают семена у сосны и ели, плоды лещины, дуба, на болотах — клюквы. Заканчивается отмирание генеративных побегов у луговых злаков и разнотравья. В связи с заметным уменьшением количества насекомых начинается отлет ласточек и других насекомоядных птиц. Заканчивается уборка зерновых, увядает ботва картофеля; в конце августа начинается сев озимой ржи.

*Вторая фаза осени (золотая осень) (21 IX — 13 X)* — от первых заморозков на почве до завершения листопада. Средняя температура воздуха в это время снижается с 8 до 5° С. Осадки продолжают уменьшаться, но испаряемость сокращается быстрее, коэффициент увлажнения приближается к 2,0; запасы влаги в почве увеличивают-

ся, сток продолжает медленно расти. Фотосинтез практически прекращается. Главные биотические процессы — интенсивное расцветивание и листопад летнезеленных деревьев и кустарников. Полное пожелтение липы мелколистной отмечается 29 IX, березы и осины — 5 X, дуба — 8 X; листопад заканчивается у липы 7 X, березы — 13 X. Происходит массовое созревание семян хвойных и плодов ряда лиственных. В середине этой фазы наблюдается массовый отлет водоплавающих и болотных птиц, а также первых зерноядных зябликов и дроздов. К концу фазы исчезают насекомые.

*Третья фаза осени (глубокая осень) (13 X — 1 XI)* — между окончанием листопада (совпадающим с переходом средней температуры через 5° С) и появлением первого снежного покрова. В конце этапа средняя температура воздуха снижается до 2° С. Запасы влаги в почве продолжают пополняться; слой стока возрастает. Заморозки в это время ежедневны. Вне хвойных лесов господствует безлистный аспект. Начинается массовый прилет зимующих птиц, у оседлых птиц еще наблюдается оживление.

*Четвертая (предзимняя) фаза осени (1 XI — 6 XII)* — между появлением первого снежного покрова и образованием устойчивого покрова. Приход солнечной радиации резко сокращается, радиационный баланс становится отрицательным; средняя суточная температура воздуха переходит 9 XI через 0° С и к концу фазы приближается к — 5° С. Часто чередуются морозные дни и оттепели, снежный и бесснежный аспекты. Интенсивность влагооборота все снижается. Наблюдается вторичный максимум стока (в ноябре около 10% годовых нормы), возможны дождевые паводки. В начале ноября начинается промерзание почвы на открытых местах. Мелкие водоемы замерзают после перехода температуры через 0° С, ледостав на реках наступает в конце фазы. Деревья и кустарники находятся в состоянии покоя; многие травы, некоторые кустарнички, а также всходы озимых уходят под снег зелеными. Подавляющее большинство холонокровных животных забирается в зимние убежища и впадает в диапаузу, хотя в конце этапа еще можно встретить комаров-толкунов. У белок и зайцев летний мех меняется на зимний.

Описанная структура годового цикла более или менее типична для умеренно-континентальных таежных ландшафтов. Другие типы ландшафтов требуют иной периодизации и иных критериев для установления фаз годового цикла. Различные соотношения режимов тепла и влаги обуславливают большое многообразие сезонных структур ландшафтов. В размещении типов годичного цикла функционирования хорошо прослеживается зональная закономерность, что наглядно иллюстрирует рис. 43. Рисунок представляет собой пространственно-временную графическую модель в виде профиля (трансекта), пересекающего территорию Западной Сибири, Казахстана и Средней Азии — от арктической тундры до южных пустынь. На нем отображена смена основных (укрупненных) фаз годового цикла



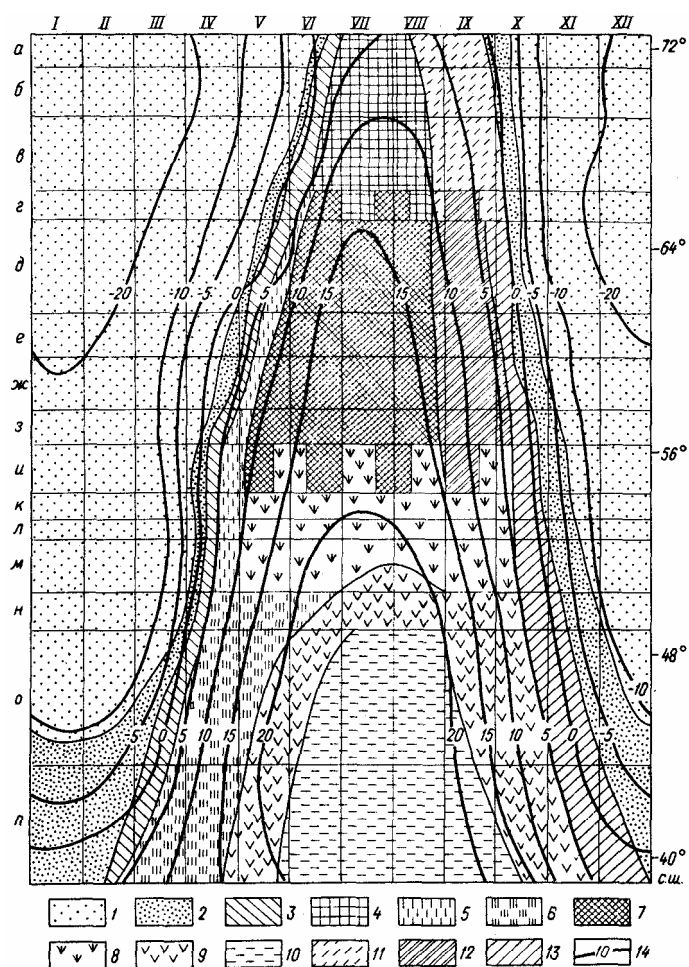


Рис. 43. Сезонная структура равнинных ландшафтов Западной Сибири, Казахстана и Средней Азии (пространственно-временной трансект по линии Дровяной (п-ов Ямал) — Тургай — Чарджоу) .

*Ландшафтные зоны и подзоны:* а — тундра арктическая, б — тундра типичная, в — тундра южная, г — лесотундра, д — тайга северная, е — тайга средняя, ж — тайга южная, з — подтайга, и — лесостепь, к — степь северная, л — степь типичная, м — степь южная, н — полупустыня, о — пустыня северная, п — пустыня южная.

*Фазы годового цикла:* 1 — зимняя и предвесенняя (устойчивый снежный покров), 2 — ранневесенние и предзимние (неустойчивый снежный покров), 3 — ранневесенняя бесснежная (предвегетационная), 4 — фазы активной вегетации в тундре, 5 — начальные фазы вегетации в лесных, лесостепных и степных ландшафтах, 6 — весенние и раннелетние фазы максимальной активности вегетации в пустыне и полупустыне, 7 — поздневесенние и раннелетние фазы активной вегетации древесной растительности в тайге, подтайге и лесостепи, 8 — основные фазы вегетации в степи, 9 — фазы летнего угасания вегетации в пустыне и полупустыне, 10 — сухая летняя фаза (выгорание растительности) в пустыне, 11 — фаза осеннего угасания вегетации в тундре, 12 — то же, в тайге, подтайге и лесостепи, 13 — позднееосенние послевегетационные фазы, 14 — хронозоноплеты средних суточных температур воздуха, I—XII — месяцы года

одновременно в пространстве — по широте (по оси абсцисс) и во времени — в годовом цикле (по оси ординат).

В тех ландшафтах, где влаги в течение всего года достаточно и она не служит лимитирующим фактором, внутригодовой ритм подчинен термическому режиму, что особенно ярко проявляется в условиях значительной термической контрастности сезонов. Некоторые биологические процессы проявляют более прямую связь с режимом освещенности. Сокращение светового дня осенью влияет на отмирание листьев деревьев, кустарников и летнезеленых трав. Длительный световой день отчасти компенсирует недостаток летнего тепла, так что растения одних и тех же видов вступают в соответствующие фазы вегетации в высоких широтах при более низких температурах, чем в умеренных. В тропических и субэкваториальных широтах, отличающихся круглогодичной высокой теплообеспеченностью, сезонный ритм функционирования геосистем определяется в первую очередь режимом атмосферного увлажнения. В экваториальной зоне с ее ровным температурным режимом (колебания средних суточных температур не превышают 2 — 3° С) и постоянным увлажнением сезонная динамика практически не выражена и на передний план выступает суточный ритм функционирования.

Таким образом, гидротермические показатели имеют универсальное значение, и для построения общей классификации фаз годового цикла следует прежде всего разработать единые шкалы теплообеспеченности и увлажнения ландшафтов. Для разграничения термических фаз можно принять температурную шкалу с пятиградусными интервалами средних суточных температур начиная с — 5° С. Период со средними суточными температурами ниже — 5° С — это зима в наиболее точном смысле слова, т. е. морозная и снежная фаза. В умеренном поясе с переходом средних температур через — 5° С (при спаде) приблизительно совпадают переход максимальных дневных температур через 0° С, начало устойчивых морозов и постоянного (устойчивого) снежного покрова, ледостава на реках. С переходом средней температуры через — 5° С при ее подъеме обычно начинается разрушение устойчивого снежного покрова. С повышением средней температуры до 0° С устойчивый покров разрушается и резко ускоряется окончательный сход снега. Переход температуры через 5° С знаменует начало вегетации ранневегетирующих растений; после наступления температуры 10° С начинается основной вегетационный период, в фенологии и агроклиматологии этому рубежу придается важное значение, он близок к температурному порогу многих культур (кукурузы, подсолнечника, хлопчатника, южных плодовых и др.). При спаде температуры до 10° С начинаются осенние процессы; с осенним переходом через 5° С обычно заканчивается листопад, растения и животные готовятся к зимнему покою; переход температуры через 0° С практически совпадает с первым снежным покровом.

Более сложный вопрос — определение временных рубежей в годовом режиме увлажнения. По-видимому, наилучший показатель — запасы влаги в почве, но данные по ним отрывочны и далеко не всегда надежны. В качестве универсального показателя, допускающего полную сравнимость, можно принять коэффициент увлажнения Высоцкого — Иванова, хотя между почвенным и атмосферным увлажнением нет прямой связи. Периодизация фаз по коэффициенту увлажнения требует поправок с учетом процесса накопления и расходования влаги в ландшафте. Наиболее заметное несовпадение режимов атмосферного и почвенного увлажнения характерно для многоснежных ландшафтов.

В предлагаемой шкале приняты следующие градации для термической составляющей сезонного гидротермического режима (в скобках — интервалы средних суточных температур): 0 — морозная (ниже  $-5^{\circ}\text{C}$ ), 1 — умеренно холодная (от  $-5$  до  $0^{\circ}\text{C}$ ), 2 — прохладная (от 0 до  $5^{\circ}\text{C}$ ), 3 — умеренно теплая (от 5 до  $10^{\circ}\text{C}$ ), 4 — теплая (от 10 до  $15^{\circ}\text{C}$ ), 5 — очень теплая (от 15 до  $20^{\circ}\text{C}$ ), 6 — жаркая (от 20 до  $30^{\circ}\text{C}$ ), 7 — очень жаркая (выше  $30^{\circ}\text{C}$ ).

В режиме увлажнения различаются следующие фазы по коэффициенту увлажнения (K): А — влажная ( $K > 1,0$ ), Б — полувлажная ( $K = 0,6 \div 1,0$ ), В — полусухая ( $K = 0,3 \div 0,6$ ), Г — засушливая ( $K = 0,2 \div 0,3$ ), Д — сухая ( $K = 0,1 \div 0,2$ ), Е — очень сухая ( $K = 0,02 \div 0,10$ ), Ж — крайне сухая ( $K < 0,02$ ).

Комплексные гидротермические характеристики сезонных фаз складываются из обеих составляющих (например, 5Б — очень теплая полувлажная фаза, 6Д — жаркая сухая фаза и т. д.).

### **Изменчивость, устойчивость и динамика ландшафта**

Сезонные флуктуации функционирования ландшафта — далеко не единственное проявление его изменчивости во времени. Изменчивость наблюдается как в более узком, так и в более широком диапазоне времени, чем годичный цикл. Хорошо известен суточный ритм. Смена дня и ночи сопровождается колебаниями освещенности, температуры, влажности воздуха, что, в свою очередь, влечет пульсацию вертикальных (конвекционных) и латеральных (склоновых, горно-долинных, бризовых) потоков воздуха, отчасти также атмосферных осадков (послеполуденные дожди в экваториальных широтах), процессов замерзания и оттаивания, физического выветривания, фотосинтеза, дыхания.

Годичный цикл с его сезонными фазами, таким образом, может быть «разложен» на более дробные временные составляющие. Но, с другой стороны, осредненный (средний многолетний) годичный цикл не выявляет полного диапазона колебаний отдельных параметров.

ров функционирования ландшафта, его многолетней изменчивости, возможных аномалий, экстремальных ситуаций и трендов.

Для Ленинграда, например, при средней температуре самого холодного месяца —  $7,9^{\circ}\text{C}$  и самого теплого  $+17,8^{\circ}\text{C}$  зафиксированы экстремумы —  $36$  и  $+34^{\circ}\text{C}$ , т. е. годовая амплитуда средних температур составляет  $25,7$ , а экстремальных —  $70^{\circ}\text{C}$ . Годовое количество осадков составило в 1920 г.  $417$  мм, а в 1935 г. —  $825$  мм. Средняя дата последнего заморозка в воздухе приходится на 5 мая, но самая ранняя — на 9 апреля, а самая поздняя — на 28 мая; первый заморозок наблюдается в среднем 9 октября, крайние даты — 15 сентября и 17 ноября. Следовательно, продолжительность безморозного периода для отдельных лет колеблется от 118 до 190 сут при средней многолетней 156. Еще более разителен диапазон межгодовых колебаний даты образования устойчивого снежного покрова: от 27 октября до 20 февраля (средняя дата — 6 декабря), т. е. разница составляет 116 сут. Отклонения фенодат от средних многолетних в основном около  $\pm 20$  сут, причем наиболее сильные колебания наблюдаются весной, летом же даты более устойчивы.

Известны аномальные в гидротермическом отношении отдельные годы и многолетние периоды. Так, в конце XIX — первой половине XX в. наблюдалось общее потепление климата по сравнению с предыдущими десятилетиями; за последние 30 лет фенологические явления наступали на 8 — 12 сут раньше, чем 100 лет назад. Но на общем фоне потепления выделялись годы с аномально холодным вегетационным периодом и очень суровой зимой (1955/56, 1965/66, 1978/79, 1986/87). Чередование сухих и влажных периодов и отдельных лет особенно характерно для семигумидных и семиаридных ландшафтов. В полупустыне и сухой степи Восточной Европы засухи повторяются в среднем через год, в типичной степи — через 2 — 3 года, в лесостепи — через 3 — 4 года.

В 1972 г. засуха охватила обширную территорию европейской части СССР, над которой летом образовался устойчивый антициклон. Средняя температура воздуха была на  $2$  —  $4^{\circ}\text{C}$  выше нормы, а количество осадков составило от 30 до 80% средней многолетней величины. В лесной части Русской равнины в этот год фенологические явления протекали быстрее, чем обычно, особенно на югозападе (в зоне широколиственных лесов), где основные фенодаты наступили на 10 — 20 дней раньше. В дубравах запасы почвенной влаги расходовались очень быстро, ассимиляция была сильно подавлена, уменьшилась продуктивность древесного и травяного ярусов, пожелтение листьев началось раньше обычного, усилилось их поражение вредителями и грибковыми заболеваниями. Однако массовое пожелтение березы и ряда других деревьев и кустарников наступило позже средних сроков<sup>1</sup>.

Влияние гидротермических аномалий на биоту зависит от сочета-

<sup>1</sup> Засуха 1972 года и ее влияние на сезонную жизнь и биологическую продуктивность растений Восточно-Европейской равнины. Л., 1975, 200 с.

ния многих условий. Специфика данного вегетационного периода сама по себе еще не определяет реакции растений, так как многое зависит от характера предшествующих сезонов. Так, высокая тепло-обеспеченность летом, теплая и сухая осень благоприятствуют последующей перезимовке. Но сильная засуха может способствовать снижению зимостойкости у незасухоустойчивых видов. Влияние сильных засух на древесную растительность может сказаться через несколько лет. По наблюдениям А. А. Крауклиса, изменения в количестве осадков проявляются в продуцировании биомассы деревьев с опозданием на 5 лет.

Когда сухие или влажные периоды следуют по несколько лет подряд, в ландшафтах наблюдаются более существенные изменения. Так, по данным В. А. Фриша, в степных ландшафтах Юго-Восточного Забайкалья с 1952/53 гг. начался влажный период. Если в 1940—1951 гг. среднее количество осадков вегетационного периода составляло 247 мм, то в 1952—1963 гг.—309 мм, а в 1958 г. сумма осадков в 3 раза превысила норму. Это привело к трансгрессии озер, активизации родников и мерзлотно-наледных явлений. В доминирующих пихтовых и вострцовых сообществах усилилась роль мезофильного разнотравья, увеличилась биологическая продуктивность. (В сухие и жаркие годы наблюдается наступление более конкурентноспособных ковыльных сообществ.)

Климатические аномалии имеют обычно макрорегиональный характер и охватывают территории целых секторов. При этом нередко наблюдается гетерохронность процессов в соседних секторах, например наступление аномально влажных лет в Восточной Европе сопровождалось усилением сухости в Западной, что связано с установлением меридионального типа циркуляции атмосферы.

Многолетняя изменчивость неоднозначно проявляется в разных ландшафтах, а в одних и тех же ландшафтах — у разных компонентов и морфологических подразделений. К. Н. Дьяконов определил изменчивость некоторых зональных типов ландшафтов Западной Сибири по трем показателям с помощью коэффициента вариации по формуле

$$C = \pm \sqrt{\frac{\sum (K - 1)^2}{n - 1}},$$

где  $C$  — коэффициент вариации;  $K$  — модульный коэффициент (отношение годового значения к среднему многолетнему);  $n$  — число лет.

Оказалось, что  $C$  годового количества осадков возрастает от 12,0 в северной тайге до 19,5 в лесостепи, а годового стока — в том же направлении от 20 до 45 — 70. Прирост сосны по диаметру обнаружил наименьшую изменчивость в южной тайге ( $C = 21$ ), а наибольшую — в лесостепи ( $C = 33$ ). В целом изменчивость возрастает от

тайги к лесостепи, а на топологическом уровне — от автономных фаций к подчиненным.

Изменчивость ландшафтов обусловлена многими причинами, она имеет сложную природу и выражается в принципиально различных формах.

Прежде всего следует различать в ландшафтах два основных типа изменений, которые Л. С. Берг еще более полувека назад назвал *обратимыми и необратимыми*. К первым он относил сезонные смены, которые, по его выражению, «не вносят, в сущности, ничего нового в установившийся порядок вещей», а также изменения катастрофического характера (землетрясения, сильные пожары и т. п.), после которых «ландшафт восстанавливается приблизительно до состояния, бывшего до катастрофы». При необратимых, или прогрессивных, сменах «возврата к прежнему состоянию не происходит: изменения идут в одну сторону, в определенном направлении»<sup>1</sup>.

Изменения первого типа не приводят к качественному преобразованию ландшафта, они совершаются, как отметил В. Б. Сочава, в рамках одного инварианта, в отличие от изменений второго типа, которые ведут к трансформации структур, т. е. к смене ландшафтов. Все обратимые изменения ландшафта образуют его *динамику*, тогда как необратимые смены составляют сущность его *развития*. Динамика, таким образом, входит в понятие инварианта ландшафта, в ней выражается временная упорядоченность состояний ландшафта как его структурных элементов. Поэтому динамику иначе можно определить как *смену состояний* геосистем в рамках одного инварианта, в то время как развитие есть смена самого инварианта.

Под *состоянием геосистемы* подразумевается упорядоченное соотношение параметров ее структуры и функций в определенный промежуток времени. Состояние геосистемы находится в соответствии с входными (внешними) воздействиями (например, потоком лучистой энергии Солнца, атмосферными осадками). Устойчивую смену состояний геосистемы в пределах суточных и годовых циклов можно назвать *режимом функционирования* геосистемы. Закономерный переход одного состояния в другое (например, дневного в ночное, осеннего в зимнее) дал основание Н. Л. Беручашвили ввести понятие о *поведении* природных территориальных комплексов.

Важно различать состояния разных порядков по их продолжительности. Н. Л. Беручашвили выделяет состояния кратковременные (продолжительностью до 1 сут), средневременные (от 1 сут до 1 года) и длительновременные (более 1 года). Кратковременные состояния могут сменяться через несколько часов и даже минут (например, при переменной облачности — закрытости или открытости диска Солнца), но не затрагивают глубоко геосистему. Длительновременные состояния мало изучались. Ландшафтоведы на практи-

<sup>1</sup> Берг Л. С. Географические зоны Советского Союза. Т. 1. 1947. С. 21, 23.

ке чаще всего приходится иметь дело со средневременными состояниями ландшафта и подчиненных ему геосистем. Они связаны прежде всего с сезонной динамикой (фазы годового цикла), кроме того, с различными погодными ситуациями преимущественно циркуляционного происхождения. Н. Л. Беручашвили ввел понятие о *стексах* как среднесуточных состояниях геосистем, обусловленных главным образом положением данных суток в годовом цикле функционирования и колебаниями циркуляционных процессов в атмосфере.

В отличие от сезонных фаз, сменяющихся в строго обязательной последовательности, стексы не образуют последовательного временного ряда. Фаза снеготаяния, например, следует строго после зимней стабилизации и предшествует весеннему оживлению природных процессов. Но каждая из этих фаз складывается из ряда суточных состояний, которые могут меняться местами. После снеготаяния может образоваться временный снежный покров на несколько дней (как бы регрессивный стекс); весной возможны возвраты холодов, ясные дни чередуются с дождливыми, зимой бывают теплые вторжения и оттепели, предзимняя фаза характеризуется частым и нерегулярным чередованием снежных и бесснежных состояний, морозных дней и оттепелей и т. д.

Стексы, следовательно, представляют собой более дробные категории состояний, подчиненные сезонным фазам и в то же время раскрывающие их структуру. Стексы классифицируются по тем признакам, что и фазы годового цикла, т. е. по термическим условиям и увлажнению, и их высшие классификационные объединения — типы стексов (морозные снежные, прохладные влажные, жаркие сухие и т. п.) — по существу совпадают с фазами годового цикла. Надо заметить, что практически стексы изучаются на уровне фаций.

Динамика ландшафта обусловлена преимущественно, но не исключительно, внешними факторами и имеет в значительной степени ритмический характер. Рассмотренные ранее суточный и сезонный ритмы, с которыми мы встречаемся повседневно, связаны с планетарно-астрономическими причинами. Более или менее достоверно установлены различные ритмы большей продолжительности. Внутри-вековые и вековые ритмы — гелиогеофизические по происхождению, т. е. связаны с проявлениями солнечной активности, которые вызывают возмущения магнитного поля Земли и циркуляции атмосферы, а через последнюю — колебания температуры и увлажнения. Наиболее известны 11-летние, а также 22 — 23-летние ритмы этого типа, кроме того, намечаются ритмы в 26 месяцев, 3 — 4, 5 — 6, 80 — 90, 160 — 200 лет.

Сверхвековой 1850-летний ритм обусловлен изменчивостью приливообразующих сил в зависимости от взаимного перемещения Земли, Солнца и Луны и выражается в планетарных колебаниях климата. Более продолжительные ритмы (21, 42 — 45, 90, 370 тыс. лет) объясняют колебаниями эксцентриситета земной орбиты; с этими ритмами некоторые исследователи связывают чередова-

ние ледниковых и межледниковых эпох. Наконец, геологические ритмы измеряются миллионами лет. Самые большие геологические циклы (165 — 180 млн. лет) проявились в главных орогенических эпохах фанерозоя — каледонской, мезозойской и кайнозойской.

Природа многих ритмов, особенно большой продолжительности (низкочастотных), еще не вполне ясна и механизм их географических проявлений изучен недостаточно. Надо заметить, что большинство из них имеет квазипериодический характер. Даже в тех случаях, когда факторы ритмических колебаний изменяются строго периодически (что относится ко всем астрономически обусловленным ритмам, в том числе суточному и годичному), их географическим проявлениям не свойственна строгая повторяемость через одни и те же интервалы. Это объясняется очень сложным, опосредованным проявлением внешних импульсов в географической оболочке и ее ландшафтах — прежде всего в силу неодинаковой инерционности компонентов, о чем уже говорилось. В результате наблюдаются большие или меньшие сдвиги по фазе в ритмах отдельных компонентов, а кроме того, гетерохронность ритмических колебаний в разных регионах. При этом у разных параметров амплитуда колебаний оказывается неодинаковой — вплоть до полного затухания (например, амплитуда сезонных колебаний температур в почве меньше, чем в воздухе, и постепенно затухает с глубиной) .

Различные ритмы проявляются в ландшафте совместно и одновременно, интерферируя, т. е. накладываясь один на другой. Это обстоятельство затушевывает четкость ритмов и затрудняет их расчленение. Не все ритмы в равной степени актуальны для ландшафтоведческого изучения. Геологические и сверхвековые циклы, проявляющиеся в планетарных масштабах, перекрывают время существования отдельных ландшафтов и имеют отношение к динамике эпигеосферы в целом, они обычно служат объектами палеогеографических исследований.

Наряду с экзодинамическими («вынужденными») ритмическими колебаниями, обусловленными внешними факторами, в эпигеосфере наблюдаются автономные колебания, возникающие из-за инерционности тех или иных компонентов и действия прямых и обратных отрицательных связей. Наибольшее планетарное («надландшафтное») значение имеют многовековые автоколебания в подсистеме океан — ледники — атмосфера. Ледники и особенно Мировой океан отличаются высокой инерционностью и медленно реагируют на изменения солярного климата. В результате действия отрицательных обратных связей в подсистеме возникают собственные колебания, проявлением которых, возможно, служит пульсация оледенений. Автоколебания, накладываясь на экзодинамические колебания, еще более усложняют ритмику природных процессов. Примером собственно эндодинамических колебаний в более ограниченных пространственных и временных масштабах могут служить возрастные смены поколений древостоя в лесных ландшафтах.

Особый тип динамических изменений представляют восстановительные (сукцессионные) смены состояний геосистем после ката-



трофических внешних воздействий — вулканических извержений, землетрясений, ураганов, наводнений, пожаров, нашествий грызунов и т. п. Для геосистемы локального уровня подобные воздействия часто оказываются критическими, т. е. ведут к необратимым изменениям. Постоянные, но более или менее кратковременные нарушения, не затрагивающие инварианта, приводят к появлению различных переменных состояний фаций, или серийных фаций, по В. Б. Сочаве. Серийные фации обычно недолговечны и представляют собой те или иные стадии формирования коренной структуры. В конечном счете, пройдя ряд сукцессионных смен, они достигают эквифинального состояния, т. е. устойчивого динамического равновесия. Совокупность всех переменных (динамических) состояний фации, подчиненных одному инварианту, В. Б. Сочава называет эпифацией. Здесь мы пока не касаемся нарушений, вызываемых деятельностью человека (они рассматриваются в главе 7)

Многие вопросы динамики и пространственно-временного анализа геосистем, включая понятия о состояниях, динамических (сукцессионных) сменах и др., разработаны в основном на примере элементарных единиц — фаций.

Познание динамики ландшафта как интегрального процесса, охватывающего все подчиненные локальные геосистемы, и как важного аспекта его пространственно-временной организованности — сложная и еще не решенная задача. Существенную помощь могут оказать графические пространственно-временные модели, аналогичные той, которая применена к характеристике зональных закономерностей изменения сезонных структур ландшафтов (рис. 43), а также динамические ландшафтные карты.

Приведем (с некоторыми упрощениями) пример, относящийся к динамике ландшафта Мюссерской возвышенности в Колхидской ландшафтной провинции<sup>1</sup>. На рис. 44 по оси абсцисс нанесены границы фаций, расположенных в сопряженном ряду от гребня до днища ущелья (с перепадом высот около 110 м) — по линии секущего профиля, так что сохраняются соотношения фаций по ширине. По оси ординат в масштабе времени откладываются границы стексов (здесь — в несколько обобщенном виде). Таким образом, мы получаем пространственно-временную схему, на которой представлены все внутригодовые состояния типичных фаций одного ландшафта в их реальных соотношениях как во времени, так и в пространстве. Правда, пространство представлено здесь как одномерное — только по его линейной протяженности, но если по оси абсцисс отложить не ширину фаций, а их площади, мы получим двухмерную характеристику пространства.

На схеме нашли наглядное отражение как общие черты сезонной динамики типичных фаций (фацию, обозначенную буквой Г, можно считать доминантной), так и их специфические особенности. Напри-

<sup>1</sup> См.: Исаченко Г. А. Динамика внутригодовых состояний предгорно-холмистых ландшафтов Колхиды // География и природные ресурсы. 1986. № 2. С. 46 — 55.

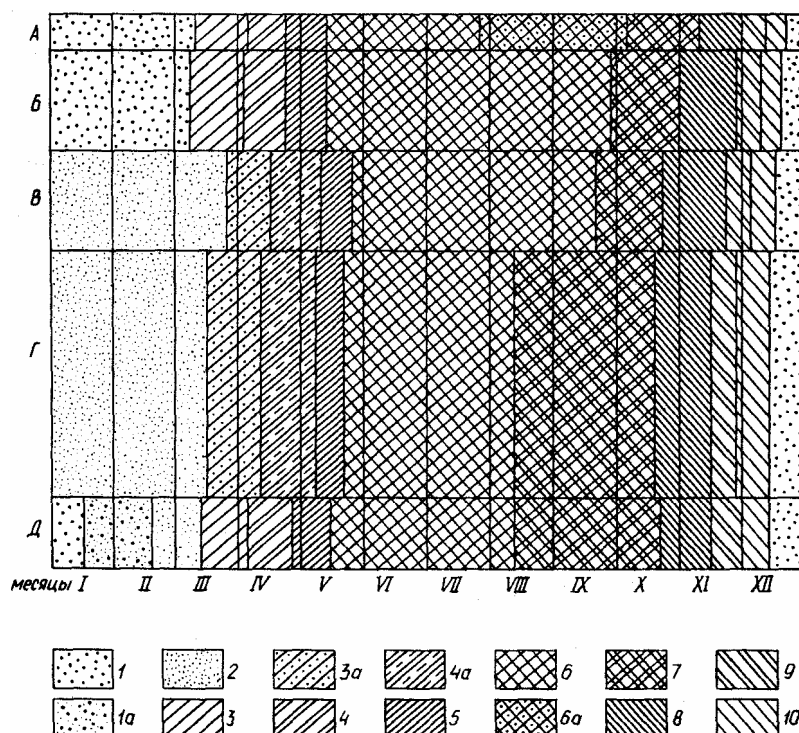


Рис. 44. Пространственно-временная схема состояний (стежков) фаций Мюссерской возвышенности (по Г. А. Исаченко, 1986).

**Фации:** А — гребни с редкотравными лесами из грузинского дуба на сильноскелетных желтоземах, Б — крутые верхние склоны с редкотравными лесами из грузинского дуба на скелетных желтоземах, В — средние склоны средней крутизны с лесами из грузинского дуба с вечнозеленым подлеском из понтийского рододендрона на желтоземах, Г — крутые и средней крутизны нижние склоны с полидоминантными колхидскими лесами с вечнозеленым подлеском на желто-бурых почвах, Д — террасы с полидоминантными колхидскими лесами на аллювиальных почвах.

**Стежки:** 1 — зимние очень прохладные и прохладные бесснежные с активно функционирующим травяным покровом, 1а — то же, с интенсивным приростом и цветением эфемеров, 2 — зимние прохладные с формирующимся травяным покровом и функционирующей листвой вечнозеленого подлеска, 3 — ранневесенние умеренно теплые с начинающимся облиствением деревьев, 3а — то же, с началом отмирания эфемеров, цветением лавровишни и земляничного дерева, 4 — средневесенние умеренно теплые и теплые, деревья облиствены менее чем на 80%, эфемеры полностью отмерли, 4а — то же, с приростом новых листьев и цветением у понтийского рододендрона, 5 — поздневесенние умеренно теплые и теплые, деревья облиствены на 80—95%, 6 — летние теплые и жаркие, активно функционируют деревья и кустарники, максимум массы мезофильных листьев, 6а — то же, с появлением ветоши трав в связи с недостатком влаги в почве, 7 — летние жаркие и теплые с некоторым пожелтением листьев деревьев и рододендрона, 8 — раннеосенние умеренно теплые и прохладные, пожелтение листьев, начало листопада, 9 — среднеосенние прохладные и умеренно теплые, желтеет 90—100% мезофильных листьев, опадает 30—60%, 10 — позднеосенние прохладные, листопад деревьев заканчивается.

**Примечание.** Очень прохладным стежкам соответствует примерный интервал средних суточных температур от 0 до 5° С, прохладным — от 5 до 10° С, умеренно теплым — от 10 до 15° С, теплым — от 15 до 22° С, жарким — выше 22° С. По увлажнению все стежки гумидные

мер, зимние стексы, обозначенные номером 2, свойственны только фациям нижней части профиля, летние стексы ба — только фациям гребней. Идентичные летние состояния в пригребневых фациях и верхних частях склонов более продолжительны, чем в остальных фациях, а весенние состояния более сжаты и т. д.

Графическую пространственно-временную модель дополняют и конкретизируют карты, на которых фактические площадные соотношения различных состояний могут быть отображены для любого момента или отрезка времени. На рис. 45 показаны отдельные примеры, представляющие как бы выборочные временные срезы непрерыв-

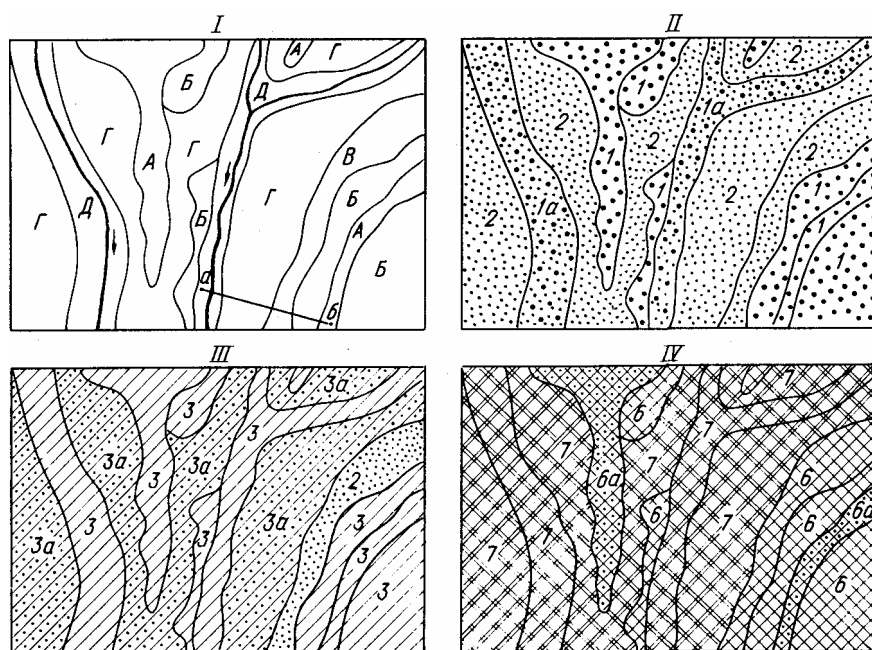


Рис. 45. Фрагменты сезонных ландшафтных карт Мюссерской возвышенности (по Г. А. Исаченко):  
I — базовая ландшафтная карта, II — стексы 25 — 30 января 1981 г., III — стексы 15-19 марта 1981 г., IV — стексы 26 августа — 2 сентября 1981 г.  
Условные обозначения те же, что на рис. 44; a — б — линия профиля

ного процесса. Подобные динамические карты наиболее полно и точно, без разрывов, передают пространственные соотношения, но естественно фиксируют лишь дискретные ситуации во времени.

Динамика ландшафта — очень емкое и многоплановое понятие, одно из узловых в ландшафтоведении. С динамикой связаны многие другие свойства геосистем. С одной стороны, динамика по существу перекрывается с функционированием: высокочастотные динамические колебания — до года включительно — относятся к функциони-

рованию, а колебания с более длительным временным диапазоном можно рассматривать как многолетние и вековые флюктуации функционирования. С другой стороны, динамика имеет близкое отношение к эволюции и развитию, хотя вовсе не тождественна им: в ходе динамических изменений закладываются тенденции будущих коренных трансформаций ландшафта, на чем в дальнейшем нам предстоит остановиться особо. Наконец, динамика ландшафта диалектически связана с его устойчивостью: именно обратимые динамические смены указывают на способность ландшафта возвращаться к исходному состоянию, т. е. на его устойчивость. В ходе динамической смены состояний ландшафт остается «самим собой» до тех пор, пока его устойчивость не будет нарушена теми или иными внешними или внутренними причинами.

Под *устойчивостью* системы подразумевается ее способность сохранять структуру при воздействии возмущающих факторов или возвращаться в прежнее состояние после нарушения. Проблема устойчивости ландшафта приобретает важное практическое значение в связи с нарастающим техногенным «давлением». Ландшафт, как и любая геосистема, несомненно обладает устойчивостью в определенных пределах. Однако пределы эти пока еще не установлены и механизм устойчивости не изучен.

Устойчивость не означает абсолютной стабильности, неподвижности. Напротив, она предполагает колебания вокруг некоторого среднего состояния, т. е. подвижное равновесие: Надо полагать, что чем шире естественный, «привычный» диапазон состояний, тем меньше риск подвергнуться необратимой трансформации при аномальных внешних воздействиях. Например, ландшафты экваториальных лесов, существующие длительное время в стабильных и узко ограниченных условиях теплообеспеченности и увлажнения, менее приспособлены к резким аномалиям этих условий, чем ландшафты умеренных широт. Однако противостоять подобным аномалиям позволяют внутренние механизмы саморегулирования, присущие различным ландшафтам. Благодаря отрицательным обратным связям эффект внешних воздействий «гасится» или, во всяком случае, ослабляется. Один из простых случаев: уменьшение стока в бессточное озеро вызывает сокращение площади зеркала, а тем самым — испарения, и таким образом восстанавливается водный баланс (устанавливается новое подвижное равновесие).

В саморегулировании геосистем особенно большую роль играет биота — важнейший стабилизирующий фактор благодаря ее мобильности, широкой приспособляемости к абиотическим факторам, способности восстанавливаться и создавать внутреннюю среду со специфическими режимами — световым, тепловым, водным, минеральным. Так, упомянутый экваториальный лес противостоит интенсивному вымыванию элементов минерального питания из почвы путем накопления их в биомассе и интенсификации внутреннего оборота элементов. (Это свойство присуще в большей или меньшей

степени и другим лесным сообществам.) Отсюда следует, что высокая интенсивность биологического круговорота и соответственно биологическая продуктивность служат одним из существенных условий и показателей устойчивости геосистемы.

Роль других компонентов в поддержании устойчивости неоднозначна и подчас противоречива. Климат и влагооборот быстро реагируют на входные воздействия и сами по себе крайне неустойчивы, но быстро восстанавливаются. Твердый фундамент — один из наиболее устойчивых компонентов, но в случае нарушения не способен восстанавливаться, и поэтому его нарушение (в основном в результате денудации) ведет к необратимым изменениям в ландшафте. Стабильность твердого фундамента, таким образом, важная предпосылка устойчивости ландшафта. Но основным стабилизирующим фактором, поддерживающим гравитационное равновесие в системе и препятствующим денудации, служит растительный покров. Следовательно, и с этой точки зрения следует признать, что в механизме саморегулирования ландшафта биоте принадлежит ведущая роль.

Вопрос о *мере устойчивости* ландшафта, по существу, еще не обсуждался. Исходя из сказанного, можно в первом приближении считать косвенной мерой устойчивости запасы биомассы в ландшафте и ее продуктивность. Поскольку же эти показатели определяются в первую очередь соотношением теплообеспеченности и увлажнения, то оптимальное соотношение этих двух факторов должно, по-видимому, рассматриваться также как важный критерий устойчивости ландшафта.

Устойчивость всякого ландшафта, разумеется, относительна и имеет свои пределы. Рано или поздно ландшафт подвергнется трансформации в ходе своего развития, которое будет предметом нашего дальнейшего рассмотрения. Любая система устойчива при сохранении важнейших параметров внешней среды. При сохранении определенной стабильности зональных и аazonальных условий все современные ландшафты будут оставаться устойчивыми, и диапазон параметров внешней среды, от которых зависит их устойчивость, в общих чертах известен. Но в каждом отдельном случае порог устойчивости, т. е. критические значения каждого конкретного возмущающего фактора, предстоит выяснить. В этом состоит одна из нерешенных задач ландшафтоведения.

Степень устойчивости геосистем пропорциональна их рангу. Фации наименее устойчивы к внешним воздействиям и наименее долговечны. Ландшафт — система значительно более устойчивая, о чем наглядно свидетельствуют наблюдения над его реакцией на преднамеренное и непреднамеренное вторжение человека с его хозяйственной деятельностью (см. главу 7) .

## Развитие ландшафта

В делении изменений ландшафта на обратимые и необратимые есть известная условность, поскольку полной обратимости не бывает. Допущение об обратимости теоретически и методически оправдано при исследовании режима функционирования ландшафта или поиске закономерностей долговременных ритмических колебаний: в этих случаях мы сознательно абстрагируемся от непрерывно идущего процесса направленных изменений. Этот процесс на первый взгляд незаметен и затушеван более ярко выраженными и легче фиксируемыми циклическими сменами состояний ландшафта. Однако после каждого цикла или нарушения структуры ландшафта какими-либо внешними факторами система возвращается к исходному состоянию с большим или меньшим «сдвигом».

Каждый цикл, даже относительно непродолжительный, например годичный, оставляет после себя в ландшафте некоторый необратимый остаток: теряется из-за стока какое-то количество минерального и органического вещества, в глубь водоразделов продвигаются овраги, прибавляется количество ила в озерах или торфа в болотах; незаметно, путем постепенного ежегодного количественного накопления увеличивается толща наносов на аллювиальных равнинах, происходит зарастание озер, деградация многолетней мерзлоты и т. д. Подобные процессы имеют определенно направленный характер, хотя и ритмически пульсируют, то ускоряясь, то ослабляясь по сезонам или стадиям многолетних циклов.

Отдельный цикл можно сравнить с витком восходящей спирали: его завершающее состояние отличается от исходного, и чем больше продолжительность цикла, тем сильнее это отличие. Поскольку долговечность ландшафта несоизмерима с длительностью крупнейших циклов, повторные циклы могут совершаться уже на иной ландшафтной основе. На протяжении одного геологического цикла на одной и той же территории успевают многократно смениться различные ландшафты, и ясно, что в ландшафтоведческом аспекте об обратимости геологического цикла не может быть речи. Для менее долговечных геосистем топологического уровня даже вековые и внутривековые циклы оказываются необратимыми. Рассматривая, например, в рамках отдельных фаций или урочищ восходящую или нисходящую ветвь 1850-летнего климатического цикла, мы будем воспринимать ее как направленный процесс усыхания или увлажнения, так как времени, на протяжении которого процесс идет в одну сторону, достаточно для полной трансформации геосистемы такого уровня. Этого, однако, нельзя сказать о ландшафте как системе более сложной, устойчивой и долговечной.

Вопрос о *причинах, или движущих силах*, развития ландшафта принципиально ясен. Долгое время географы объясняли трансформацию ландшафтов лишь воздействием какого-либо внешнего фактора (тектоническими движениями, изменениями солнечной активно-

сти, перемещениями полюсов Земли) или изменением одного из компонентов, который считался «ведущим». Во втором случае, по существу, причины смены ландшафтов также сводятся к внешним силам, поскольку «ведущие компоненты» — обычно климат или рельеф — находятся на входах в систему и оказываются простыми передатчиками внешних воздействий.

То, что ландшафты подвержены необратимым изменениям под воздействием внешних космических и тектонических сил, — бесспорный, не вызывающий сомнений факт. Однако признание этого факта не дает объяснения диалектической сущности развития ландшафта как *процесса саморазвития*, основу которого составляют *борьба противоположностей* и *переход количественных изменений в качественные*.

Способность саморазвития доказывается тем, что ландшафт поступательно изменяется и без вмешательства внешних факторов, при их постоянстве. Это было ясно еще В. В. Докучаеву, он показал, в частности, что озеро «носит в себе зародыши будущей своей смерти»: даже при постоянстве стока и других внешних условий оно постепенно мелеет, расход воды на испарение начинает превышать приход и в конце концов озеро неизбежно исчезает, т. е. превращается в комплекс другого типа (болото, солончак).

Сущность внутренних противоречий как движущей силы развития геосистемы состоит в том, что ее компоненты в ходе взаимодействия стремятся прийти в соответствие между собой, т. е. система стремится к равновесию, но это равновесие может быть только временным, относительным, ибо сами же компоненты его неизбежно нарушают. Самый активный компонент, как известно, — биота. Стремясь наиболее полно приспособиться к абиотической среде, биота в то же время вносит в эту среду изменения в результате своей жизнедеятельности (например, в лесу происходит выщелачивание верхнего горизонта почвы и образование водоупорного иллювия в нижнем, в связи с чем ухудшаются дренаж и аэрация); следовательно, биоте приходится постоянно перестраиваться, приспосабливаясь к ею же измененным условиям, в результате постепенно перестраивается вся система. Внутренне противоречивые взаимоотношения существуют и между другими компонентами или процессами (например, между стоком и испарением), но главное противоречие — между биотой и абиотическими компонентами.

Саморазвитие ландшафта протекает относительно медленно и редко выражено «в чистом виде», ибо на него накладываются изменения, вызываемые внешними воздействиями (как особый род внешних воздействий можно рассматривать влияние на данный ландшафт процессов развития смежных ландшафтов и вмещающих региональных геосистем высших рангов — стран, областей и др.). Внешние воздействия нарушают закономерный ход развития (саморазвития) ландшафта, могут обратить его вспять и вовсе пресечь, в последнем случае нарушение оказывается катастрофическим.

Трансформации, обусловленные внешними причинами, строго говоря, нельзя относить к развитию, хотя они являются неотъемлемыми составляющими *истории ландшафта*, и в этой истории запечатлеваются даже более глубоко, чем закономерные эволюционные изменения. Примером могут служить катастрофические исчезновения многих ландшафтов в результате наступания материковых льдов или морских трансгрессий.

«Механизм» развития ландшафта состоит в постепенном количественном накоплении элементов новой структуры и вытеснении элементов старой структуры. Этот процесс в конце концов приводит к качественному скачку — смене ландшафтов. В свое время еще Б. Б. Полынов и Л. С. Берг обратили внимание на то, что в ландшафте могут быть представлены разновозрастные элементы. Б. Б. Полынов различал в ландшафте элементы *реликтовые*, *консервативные* и *прогрессивные*. Первые сохранились от прошлых эпох, они указывают на предшествующую историю ландшафта. Реликтовыми могут быть формы рельефа (например, ледниковые), элементы гидрографической сети (сухие русла в пустыне, озера), биоценозы и почвы (степные сообщества с соответствующими почвами в тайге, древние торфяники и т. п.) и целые фации или урочища. Консервативные элементы — те, которые наиболее полно соответствуют современным условиям и определяют современную структуру ландшафта. Прогрессивные элементы наиболее молодые, они указывают на тенденцию дальнейшего развития ландшафта и тем самым служат основанием для прогноза. Примеры прогрессивных элементов: появление островков леса в степи, пятен талого грунта в области многолетней мерзлоты, эрозионных форм рельефа в моренных ландшафтах.

Процесс развития ландшафта наиболее отчетливо проявляется в формировании его новых морфологических частей, возникающих из первоначально едва заметных парцелл, или фациальных микро-комплексов: эрозионных промоин, очагов заболачивания в микропонижениях, сплавин, куртин деревьев или кустарников на болоте, таликов в мерзлоте и т. п. Но для того чтобы трансформировалась вся морфологическая структура ландшафта, требуется значительно более длительное время. Полностью проследить закономерности этого процесса можно лишь при относительном постоянстве внешних зональных и аazonальных условий. Фактическая картина развития ландшафта складывается из многих перемен, обусловленных сложным переплетением внутренних и внешних стимулов. В ходе развития на прогрессивное движение накладываются ритмические колебания и регрессивные сдвиги.

К сложным и дискуссионным вопросам теории развития ландшафта относится вопрос о его *возрасте*. Высказывалось мнение, что возраст ландшафта следует отсчитывать со времени появления новой территории — после выхода ее на поверхность в результате регрессии моря или отступления ледникового покрова. Однако если



континентальный режим на данной территории может существовать непрерывно с архея, это вовсе не значит, что ландшафты здесь архейского возраста. Даже на территориях, освободившихся от материковых льдов 10 — 15 тыс. лет назад, ландшафты не раз сменялись вследствие зональных трансформаций климата, которые влекли за собой смещение ландшафтных зон. Естественно, что смена ландшафтных зон одновременно является и сменой ландшафтов. Такие события хорошо изучены, в частности, для области Валдайского оледенения.

Таким образом, возраст ландшафта нельзя отождествлять с возрастом его геологического фундамента или с возрастом суши, на которой он развивался. Совпадение возможно лишь в том случае, когда ландшафт формируется на молодых участках морского дна, обнажившихся уже в современную эпоху, например на площади бывшего дна Каспийского моря, которая осушилась в результате понижения его уровня. На таких новых территориях еще не успели смениться различные ландшафты, и мы наблюдаем первичные процессы их формирования, начало которых совпадает с выходом территории из-под уровня моря.

Теоретически возраст ландшафта определяется тем моментом, с которого появилась его современная структура, или, согласно В. Б. Сочаве, возраст ландшафта измеряется временем, прошедшим с момента возникновения его инвариантного начала. Однако на практике установить такой момент крайне сложно — уже по той причине, что история ландшафтов изучена слабо, и мы не всегда имеем возможность восстановить ее этапы. Принципиальная же сложность задачи определяется тем, что новая структура сменяет старую не внезапно: процесс перестройки — от появления новых элементов до установления полного соответствия между компонентами — может быть длительным. Качественный скачок также имеет определенную продолжительность. В течение некоторого промежутка времени «старый» и «новый» ландшафты как бы перекрываются. Даже после катастрофических перемен между ними сохраняется известная преемственность, многие элементы прежнего ландшафта достаются в наследие новому, в него полностью переходит наиболее консервативный компонент — геологический фундамент, а также морфоструктурные черты рельефа, и долго могут сохраняться реликтовые почвы и биоценозы.

С представлением о возрасте ландшафта близко соприкасается понятие *долговечности*. Долговечность ландшафта — продолжительность его существования, т. е. время, в течение которого он может сохранять основные черты своей структуры и функционирования. Здесь мы сталкиваемся с аналогичной трудностью — долговечность различных элементов ландшафта неодинакова. Как в процессе становления ландшафта, так и в процессе его «старения» и смены новым ландшафтом различные структурные элементы не могут появляться и исчезать одновременно и мгновенно.

Признавая структуру основным критерием при определении возраста ландшафта и его долговечности, мы оказываемся перед новым вопросом: что принять за точку отсчета — время появления *элементов* новой структуры или же то время, когда *сложилась современная структура*. В любом случае ответ будет недостаточным и формальным, в нем не найдет отражения *стадиальность* развития ландшафта. Всякий ландшафт переживает две главные стадии в своем развитии: 1) стадию формирования и 2) стадию эволюционного развития. Первая протекает сравнительно быстро, например на новой территории, появившейся в результате регрессии моря или отступления материкового ледяного покрова. «Готовый» геологический фундамент сразу же подвергается воздействию солнечной радиации, атмосферных осадков, поверхностных вод, начинает заселяться растениями и животными. В начале этой стадии ландшафт характеризуется быстрой изменчивостью и носит черты молодости и несложившейся структуры: несформировавшиеся биоценозы, слабо развитые почвы, малорасчлененный рельеф, неразработанная гидрографическая сеть.

Постепенно, однако, компоненты ландшафта приходят в относительное соответствие (равновесие) друг с другом и с общими зонально-азональными условиями развития, территория морфологически все более дифференцируется, ландшафт приобретает черты устойчивой структуры — достигает зрелости. С этого момента он переходит во вторую, более продолжительную стадию медленной эволюции, когда источником дальнейших трансформаций служат противоречивые взаимодействия компонентов — если не произойдет существенного изменения внешних условий, могущих резко нарушить нормальное течение процесса саморазвития.

Таким образом, понятие «возраст ландшафта» как бы расчленяется на два: возраст первичных элементов современного ландшафта в недрах прежней структуры и возраст современного ландшафта в буквальном смысле слова — как сложившегося устойчивого образования.

Как уже отмечалось, зарождение нового ландшафта может быть обусловлено как внутренними, так и внешними факторами, причем последние приводят к более резким трансформациям и играют роль основных ориентиров при восстановлении истории ландшафта. Так как нормальная эволюция ландшафта требует постоянства внешних зональных и аazonальных условий, то стабильность последних на протяжении определенного отрезка времени, в течение которого не наблюдалось сколько-нибудь заметных подвижек ландшафтных зон, сохранялся устойчивый тектонический режим, отсутствовали макро-региональные колебания типа оледенения — межледниковья, может служить отправным моментом для выяснения возраста современных ландшафтов. Одним из важных индикаторов при этом, по мнению некоторых исследователей, является почва.

Зрелый почвенный профиль служит своего рода «памятью ландшафта», свидетельствуя об относительной устойчивости всех физи-

ко-географических факторов почвообразования в течение всего того времени, на протяжении которого формировалась данная почва. Для образования зрелой почвы требуется от нескольких сотен до нескольких тысяч лет. Так, возраст курского чернозема — около 3000 лет. В первом приближении можно считать, что устойчивое существование современных ландшафтов — во всяком случае, с момента последней перестройки зонально-азональной среды — соответствует этому времени.

Известно, что стабильность зональных условий возрастает с приближением к экватору. Надо полагать, что современные экваториальные и субэкваториальные ландшафты отличаются более почтенным возрастом, чем ландшафты умеренных широт, и соответственно большей «дряхлостью». Это предположение подтверждается рядом прямых и косвенных признаков. Одним из них может служить мощная латеритная кора выветривания. Для образования слоя такой коры мощностью 1 м требуется около 50 тыс. лет в стабильных климатических и тектонических условиях. 50-метровые толщи латеритной коры в саваннах Африки говорят о многих сотнях тысячелетий медленной эволюции и старения ландшафтов при относительной стабильности внешних условий. Правда, в современную эпоху латериты здесь не образуются и являются по существу реликтовым образованием — свидетелем более гумидного климата. Так что в данном случае можно говорить не о возрасте современных ландшафтов, а о примере долговечности.

Вопрос о возрасте ландшафта нельзя считать вполне решенным. Впрочем, практически не так важно точно установить «день рождения» ландшафта, как выяснить устойчивые современные тенденции и закономерности его развития и тем самым создать предпосылки для разработки *прогноза* его дальнейшего поведения. Эта задача относится уже к прикладному ландшафтоведению и приобретает все большее значение в эпоху, когда поведение ландшафта зависит не только от природных закономерностей, но и от вмешательства человеческого общества.

---

## 5. Систематика ландшафтов

### Типы ландшафтов Земли



#### Принципы классификации ландшафтов

Каждый ландшафт, по выражению Л. С. Берга, неповторим как в пространстве, так и во времени. Невозможно найти два одинаковых ландшафта. Из этого, однако, не следует, что исключено всякое *качественное сходство* между ландшафтами. Сравнение позволяет установить группы ландшафтов, принципиально близких по происхождению, структуре, динамике и другим существенным признакам, и тем самым *классифицировать* их.

Классификация — универсальная общенаучная процедура, без которой исследование не может считаться завершенным. Разработка классификации заставляет теоретически осмыслить все многообразие фактов, относящихся к изучаемым объектам. В классификации находит свое выражение синтез закономерностей развития, строения, функционирования, размещения сложных систем, в том числе и ландшафтов. Ландшафтная классификация имеет большое организующее значение как основа для научного описания ландшафтов всей Земли или любой ее части, вскрытия пробелов в наших знаниях о ландшафтах Земли и планирования исследований (например, размещения ландшафтных стационаров).

Велико и практическое (прикладное) значение классификации. Число конкретных ландшафтов в мире должно измеряться пяти- или шестизначной цифрой. В практических целях (например, при оценке условий для развития сельского хозяйства или потребности в мелиоративных и природоохранных мероприятиях) бывает слишком сложно и даже нецелесообразно анализировать и оценивать каждый ландшафт в отдельности. Чаще возникает необходимость разрабатывать те или иные *типовые нормы или мероприятия* (градостроительные, агролесомелиоративные, природоохранные и т.п.) применительно к типовым же природным условиям, т.е. к некоторому, по возможности не очень большому числу ландшафтных групп. Здесь на помощь и приходит классификация, в которой огромное множество ландшафтов сведено в некоторое число типов, классов, видов. Можно ожидать, что типологически близкие ландшафты будут обладать сходным комплексом природных условий и ресурсов и в то же время

однотипно отзываться на хозяйственные и мелиоративные воздействия.

Создание классификации ландшафтов — сравнительно новая и очень сложная, пока еще недостаточно разработанная проблема. Принципы такой классификации могут различаться в зависимости от того, какие критерии положены в основу объединения ландшафтов. Всякая естественная (не искусственная) классификация основывается на существенных инвариантных свойствах объектов — на их генезисе, структуре, динамике. Эти критерии должны иметь, очевидно, руководящее значение и в ландшафтоведении. Но степень сходства может быть разной, что находит свое выражение в ступенчатости классификации, т.е. в использовании системы таксономических подразделений. По мере перехода от высших таксономических ступеней к низшим в классификацию вводятся все новые критерии, благодаря чему последовательно, по мере сужения круга охватываемых ландшафтов возрастает степень их общности. Следовательно, сходство ландшафтов сохраняется на всех ступенях систематизации — на уровнях типа, класса, вида, но на низших ступенях общих признаков будет больше, а на высших — меньше.

Разработка классификации требует сочетания индуктивного и дедуктивного подходов. При индуктивном подходе первичным материалом служат конкретные ландшафты, которые в результате выявления общих признаков объединяются в классификационные категории низшего порядка (назовем их видами), а затем последние группируются в роды, классы и т.д. При дедуктивном подходе сначала устанавливаются классификационные категории самого высокого порядка (назовем их типами), в рамках которых далее вычленяются таксономические подразделения последовательно все более низких рангов.

Индуктивный подход обеспечивает полноту учета конкретного ландшафтного разнообразия и индивидуальных особенностей ландшафтов отдельных территорий, но имеет чисто эмпирический характер. Если не руководствоваться определенными общими идеями и не «привязывать» детальные местные классификации к единой системе высших таксономических ступеней, то мы получим множество частных классификаций, которые трудно или вовсе невозможно «состыковать» между собой. К сожалению, из практического опыта известно много примеров такой ситуации. Поэтому необходимо, не дожидаясь, пока будут выявлены, описаны и сведены в первичные типологические объединения все ландшафты Земли (такая перспектива нереальна по крайней мере на ближайшие десятилетия), создать «сверху», т.е. дедуктивным путем, опираясь на уже известные ландшафтно-географические закономерности, принципиальную систему ландшафтов Земли на уровне самых высоких классификационных единиц. Такая система будет служить основой для упорядочения и увязки многочисленных детальных классификаций ландшафтов, которые разрабатываются в рамках различных административно-

политических или природных единств. В то же время использование индуктивного подхода («снизу») необходимо для детализации общей дедуктивной схемы и в конечном счете для создания возможно более полной и подробной ландшафтной классификации всей суши Земли.

Важнейшим рабочим инструментом классификации служит ландшафтная карта. На основе сплошного картографирования прорабатывается массовый материал ландшафтных съемок, проводится сравнение ландшафтов, органически сочетаются дедуктивный и индуктивный подходы. Последнее осуществляется в силу необходимости охвата и увязки в легенде карты всего ряда таксономических ступеней — сверху донизу. Чрезвычайно важно то, что карта не допускает ни пробелов, ни перекрытий. Это значит, что каждый контур карты получает строго определенное, единственное место в классификации (и соответственно в легенде карты); его возможное, «случайное» дублирование в составе какого-либо иного типа, класса или вида исключено. С другой стороны, ни один контур карты не может оставаться «пустым» — ему обязательно надо найти место в системе классификационных подразделений. Таким образом, сравнительно-картографический метод обеспечивает полноту и логическую строгость систематики ландшафтов.

Естественно, если речь идет о разработке общенаучной системы ландшафтов, которая не должна страдать узостью и эмпиризмом, присущими региональным схемам для небольших территорий, необходим ландшафтно-картографический охват достаточно обширных площадей, а лучше — всей суши. Это требование было учтено при разработке ландшафтной классификации, которая излагается в дальнейшем. Она основана на ландшафтном картографировании территории СССР в масштабе 1:4 000 000 и всех материков в более мелких масштабах<sup>1</sup>.

Сходства и различия ландшафтов определяются многими причинами, и важно определить, в какой последовательности эти причины должны учитываться в таксономическом ряду. Важнейшие процессы функционирования ландшафтов, такие, как влагооборот, биологический круговорот веществ, почвообразование, продуцирование биомассы, определяются тепло- и влагообеспеченностью ландшафта, т.е. поступлением солнечной энергии и активной влаги. Распределение же тепла и влаги и их соотношение зависят от широтной зональности, секторности, высотной ярусности ландшафтов, и эти важнейшие закономерности ландшафтообразования должны служить исходными «координатами» при классификации ландшафтов.

Исходя из приведенных соображений, в качестве высшей таксономической ступени классификации предлагается считать *тип ландшафтов*. Основным критерий для разграничения типов ландшафтов — важнейшие глобальные различия в соотношениях тепла и вла-

<sup>1</sup> См.: Исаченко А. Г. Ландшафты СССР. Л., 1985. С. 320; Исаченко А. Г., Шляпников А. А. Природа мира. Ландшафты. М., 1989. С. 504; Ландшафтная карта СССР для высших учебных заведений. М., 1988.

ги, в гидротермическом режиме ландшафтов. Конкретными классификационными признаками служат такие показатели, как радиационный баланс, сумма активных температур (за период с средними суточными температурами выше 10° С), коэффициент увлажнения и коэффициент континентальности по Н. Н. Иванову. Кроме того, следует учитывать средние и экстремальные температуры воздуха, количество осадков, величину испаряемости. Общность ландшафтов одного типа проявляется в водном балансе, современных геоморфологических и геохимических процессах, условиях жизни органического мира, его структуре, продуктивности, запасах биомассы, биологическом круговороте веществ, типе почвообразования. Очень важной характеристикой каждого типа ландшафтов служит сезонный ритм природных процессов. Наконец, каждому типу ландшафтов присуща своя высотно-поясная «надстройка», т.е. особый тип поясности.

Поскольку в основу выделения типов ландшафтов положены наиболее общие критерии теплообеспеченности и увлажнения, следует ожидать, что они будут связаны с определенными ландшафтными зонами и секторами. Можно сказать, что тип ландшафтов — это объединение ландшафтов, имеющих общие зонально-секторные черты в структуре, функционировании и динамике.

По зональным признакам все типы можно сгруппировать в группы, или серии, которые представляют собой аналоги по теплообеспеченности, а по секторным — в ряды, представляющие аналоги типов по увлажнению (рис. 46). Номенклатура типов ландшафтов складывается соответственно из двух элементов: один указывает на положение в ряду теплообеспеченности (арктические и антарктические, субарктические, бореальные, суббореальные, субтропические и т.д.), другой на положение в ряду увлажнения (от гумидных до экстрааридных).

Существует также традиционная «зональная» ландшафтная номенклатура, основанная на использовании геоботанических признаков, например «вечнозеленые лесные ландшафты», «широколиственнолесные ландшафты», «таежные ландшафты» и т.д., но она менее удачна и не всегда пригодна для глобальных схем. Так, в южном полушарии нет таежных лесов, а вечнозеленые леса могут произрастать в гидротермических условиях, близких к тем, в которых у нас растут широколиственные или даже таежные леса. Кроме того, зональные геоботанические названия в той или иной мере характеризуют лишь ландшафты равнинных ярусов и неприменимы к горным ярусам, где формируются пояса, не имеющие ничего общего с «зональной» растительностью равнин. Номенклатура, основанная на гидротермических признаках, более универсальна. Например, понятие «суббореальные гумидные ландшафты» охватывает и равнинные ландшафты с широколиственными (листопадными) лесами, и некоторые их южноамериканские аналоги с вечнозелеными лесами в условиях достаточно прохладного (суббореального) климата, и всю

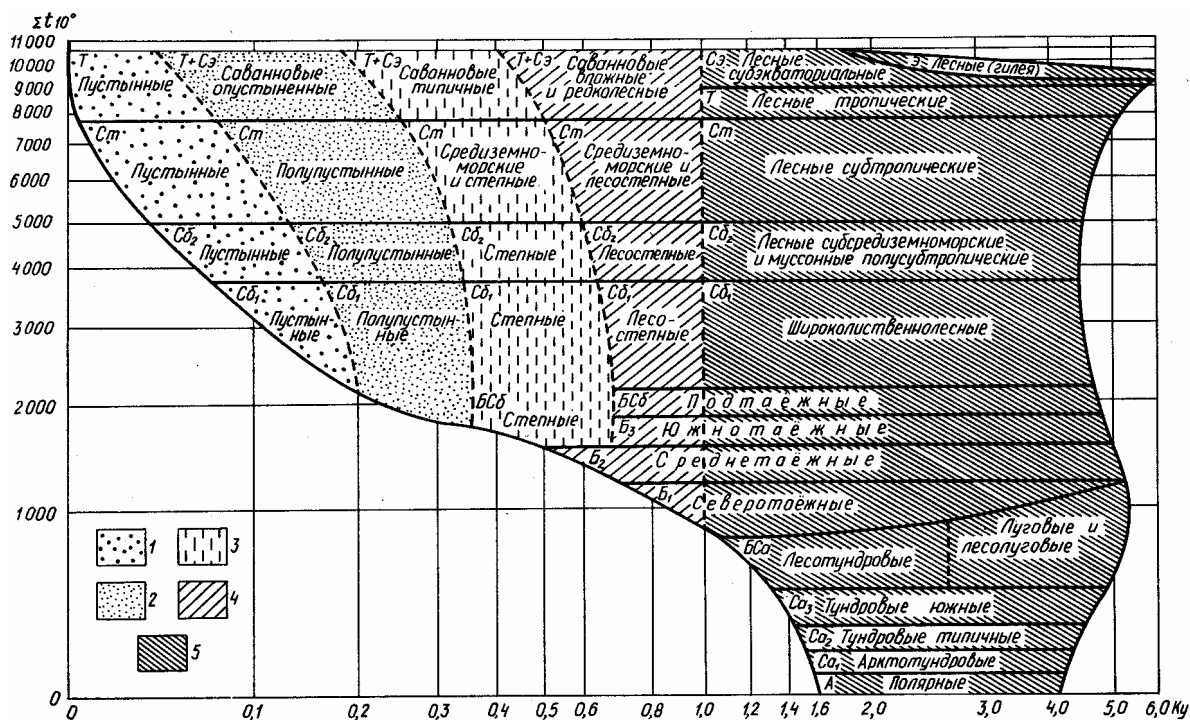


Рис. 46. Типы ландшафтов Земли в связи с теплообеспеченностью и увлажнением:

$\Sigma t_{10}$  — сумма температур выше  $10^{\circ}\text{C}$ ,  $K_u$  — коэффициент увлажнения (шкалы даны в логарифмическом масштабе). Зональные ряды типов ландшафтов — аналогов по теплообеспеченности: А — арктические и антарктические, Са — субарктические (Са<sub>1</sub> — северные, Са<sub>2</sub> — типичные, Са<sub>3</sub> — южные), БСа — бореально-субарктические, Б — бореальные (Б<sub>1</sub> — северные, Б<sub>2</sub> — типичные, Б<sub>3</sub> — южные), БСб — бореально-суббореальные, Сб — суббореальные (Сб<sub>1</sub> — типичные, Сб<sub>2</sub> — переходные к субтропическим), Ст — субтропические, Т — тропические, Сэ — субэкваториальные, Э — экваториальные. Ряды типов ландшафтов — аналогов по увлажнению: 1 — экстрааридные, 2 — аридные, 3 — семиаридные, 4 — семигумидные, 5 — гумидные



высотную «надстройку», формирующуюся на фоне суббореальных гумидных зонально-секторных условий.

Большинство ландшафтных типов представлено различными вариантами в обоих полушариях, на разных континентах, а нередко и в разных секторах одного континента. В таких случаях к названию типа прибавляются соответствующие эпитеты, указывающие на региональную приуроченность, а в тех случаях, когда варианты обусловлены изменениями степени континентальности, то и на этот признак. Примеры полных наименований: ландшафты бореальные (таежные) умеренноконтинентальные восточноевропейские; бореальные (таежные) умеренноконтинентальные североамериканские; суббореальные экстрааридные (пустынные) резкоконтинентальные среднеазиатские; суббореальные экстрааридные (пустынные) крайнеконтинентальные центральноазиатские. При повторном упоминании подобных названий или когда из контекста ясно, о чем идет речь, можно обойтись сокращенными обозначениями (например, таежные восточноевропейские, пустынные среднеазиатские ландшафты и т.п.). Размещение типов ландшафтов суши показано на карте (рис. 47).

Характерные черты ландшафтов каждого типа, как правило, лучше всего выражены в центре его ареала; на периферии появляются признаки перехода к соседним типам. Это обстоятельство дает основание подразделять типы ландшафтов на *подтипы*, которые отражают постепенность зональных переходов. Во многих типах ландшафтов естественно выявляются три подтипа — северный, средний и южный (например, в тундровых, таежных, суббореальных степных). Но это не является правилом, особенно для тех ландшафтных типов, которые сами по себе имеют переходный характер (лесотундровые, подтаежные, лесостепные, субсредиземноморские и др.) или имеют относительно небольшой, нередко фрагментарный ареал (приокеанические лесолуговые и, луговые, и некоторые другие). В подобных случаях может быть выделено два подтипа или же тип ландшафтов вовсе не расчленяется на подтипы.

На следующей таксономической ступени в классификацию вводится гипсометрический фактор, который служит критерием выделения *классов и подклассов ландшафтов*, отражающих ярусные ландшафтные закономерности. Главным высотным ландшафтным уровням соответствуют два класса ландшафтов — равнинный и горный. О существенных различиях между ними уже достаточно было сказано. Напомним, что главная отличительная особенность горных ландшафтов — наличие высотной поясности. В составе равнинного класса различаются два подкласса — низменные и возвышенные ландшафты (в том и другом могут быть особые барьерно-предгорные варианты), в классе горных ландшафтов — подклассы низко-, средне- и высокогорный. В выделении подклассов отражается постепенная трансформация характерных зонально-секторных признаков каждого типа по мере нарастания высоты над уровнем моря.

Высотные пояса учитываются через ярусное деление горных ландшафтов, т.е. через подклассы. Как уже было сказано, каждому типу (а также подтипу) ландшафтов присущ специфический полный ряд, или спектр, высотных поясов; отдельному подклассу отвечает определенный отрезок этого спектра, т.е. тот или иной пояс либо сочетание поясов и их фрагментов.

На нижних ступенях ландшафтной классификации в качестве определяющего критерия выступает фундамент ландшафта — его петрографический состав, структурные особенности, формы рельефа. Учет этого критерия дает основания для выделения в конечном счете классификационных единиц наиболее дробного таксономического уровня — *видов ландшафтов*. Ландшафты одного вида характеризуются наибольшим числом общих признаков и максимальным сходством в генезисе, наборе компонентов, структуре и морфологии. Морфологическое строение служит одним из ведущих признаков при объединении конкретных ландшафтов в виды. Видовое разнообразие ландшафтов чрезвычайно велико. Только на территории СССР насчитываются многие сотни видов ландшафтов. Примеры видов представлены на рис. 48.

Между подклассом и видом можно различать промежуточные классификационные ступени, но они не имеют принципиального значения и к тому же пока недостаточно ясно определились в качестве универсальных категорий ландшафтной систематики.

Проиллюстрируем весь классификационный ряд на двух примерах:

1

<i>Тип:</i>	ландшафты бореальные (таежные) умеренноконтинентальные восточноевропейские		
<i>подтип:</i>	южнотаежные	<i>вид:</i>	холмисто-моренные на цоколе из карбонатных палеозойских пород
<i>класс:</i>	равнинные		
<i>подкласс:</i>	возвышенные		

2

<i>Тип:</i>	ландшафты суббореальные экстрааридные (пустынные) крайне-континентальные центральноазиатские		
<i>подтип:</i>	северные пустынные	<i>вид:</i>	складчато-глыбовые на докембрийских породах с кобрезиевыми пустошами и каменистыми россыпями
<i>класс:</i>	горные		
<i>подкласс:</i>	высокогорные		

Переходим к краткому обзору типов ландшафтов земного шара.

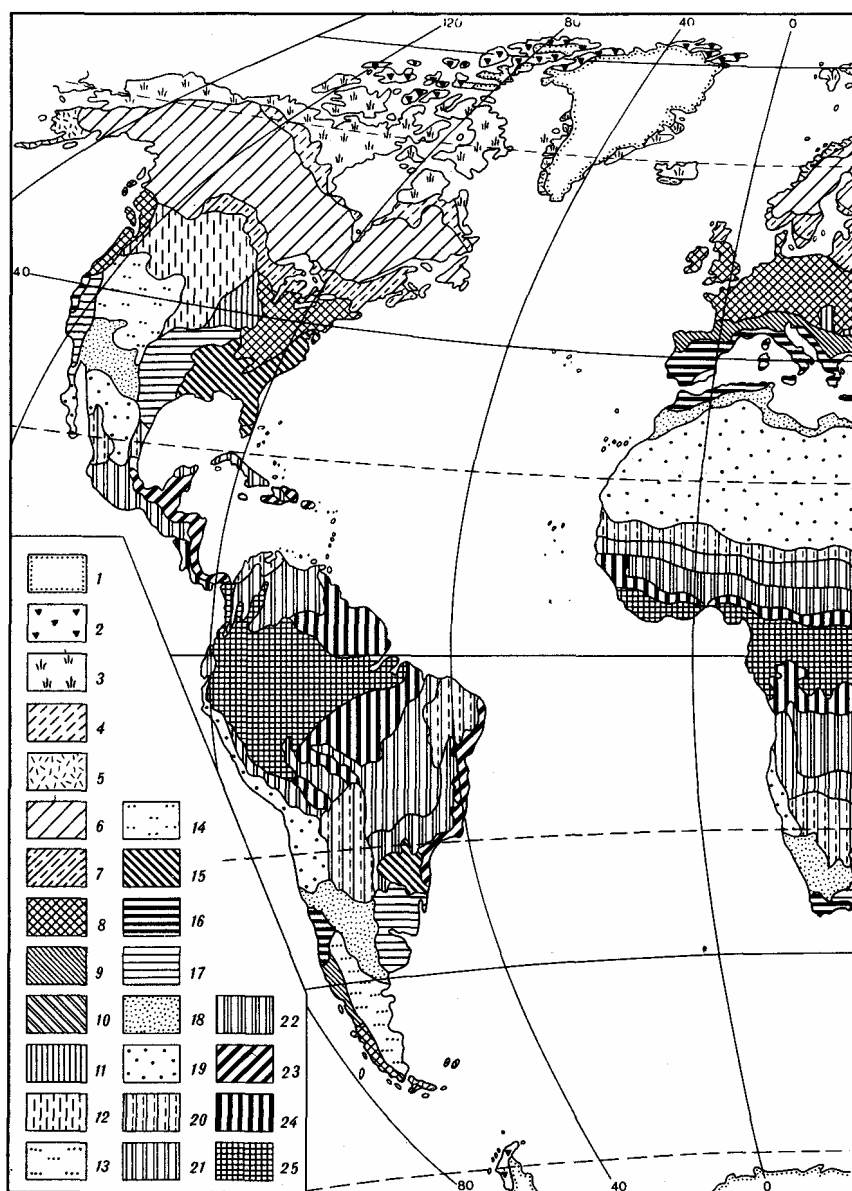
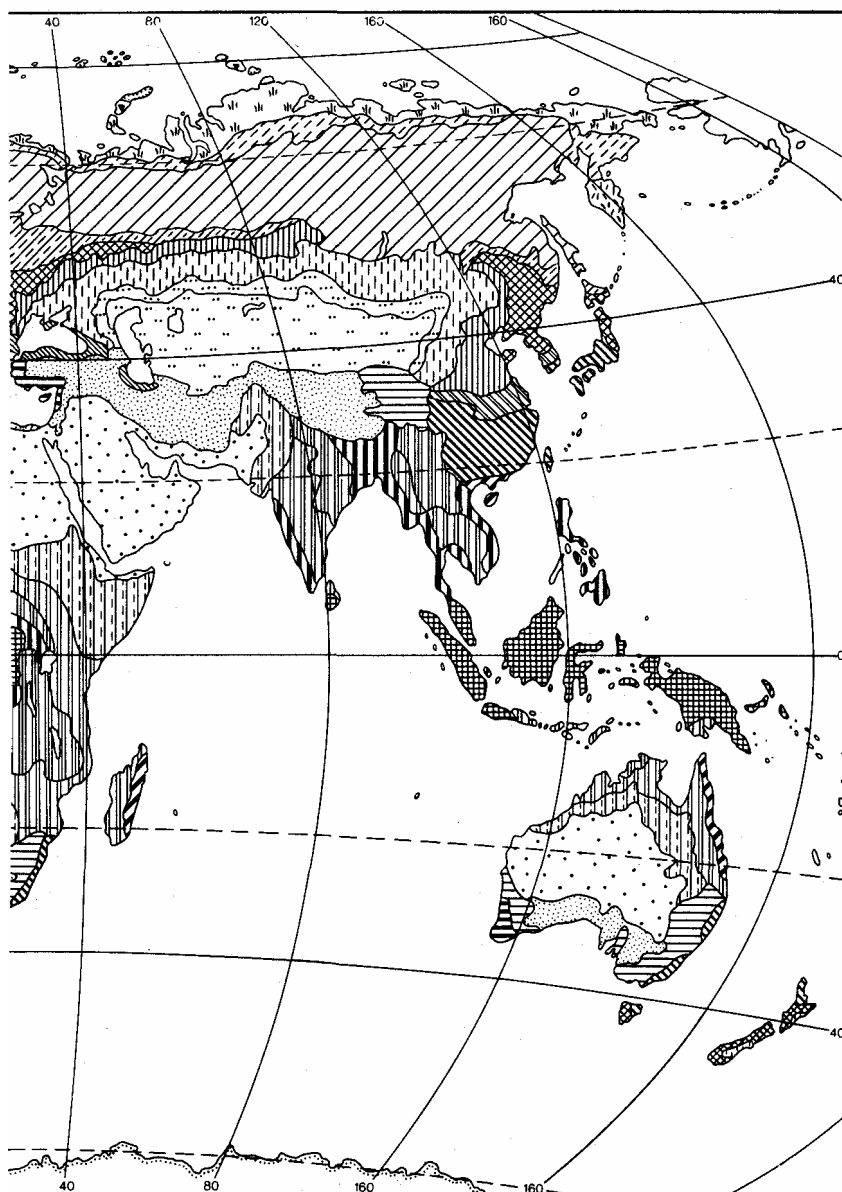


Рис. 47. Зональные группы типов ландшафтов Земли:

1 — полярные ледниковые, 2 — арктические и антарктические внеледниковые, 3 — субарктические (тундровые), 4 — бореально-субарктические (лесотундровые), 5 — бореально-субарктические приокеанические (лесо-луговые), 6 — бореальные (таежные), 7 — бореально-суббореальные (подтаежные), 8 — суббореальные гумидные (широколиственнолесные), 9 — субсредиземноморские, 10 — суббореальные муссонные, переходные к субтропическим, 11 — суббореальные семигумидные (лесостепные), 12 суббореальные семиаридные (степные), 13 суббореальные аридные (полупустынные), 14 — суббореальные экстрааридные (пустыни)



ные), 15 — субтропические гумидные (влажные лесные), 15 — субтропические зимнегумидные (средиземноморские), 17 — субтропические семигумидные (лесостепные) и семиаридные (степные), 18 — субтропические аридные (полупустынные) и экстрааридные (пустынные), 19 — тропические экстрааридные (пустынные), 20 — субэкваториально-тропические аридные (опустыненно-саванновые), 21 — субэкваториально-тропические семиаридные (типичные саванновые), 22 — субэкваториально-тропические семигумидные (влажно-саванновые, лесосаванновые), 28 — тропические гумидные (влажные лесные, экспозиционные), 24 — субэкваториальные сезонно-гумидные (лесные переменнo-влажные), 25 экваториальные (влажные лесные)

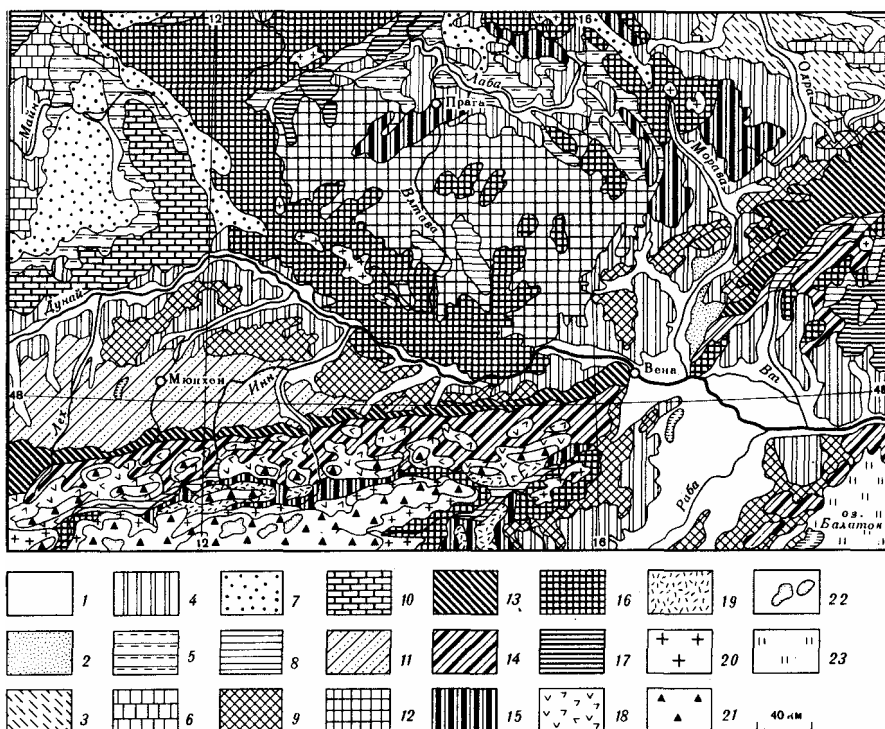


Рис. 48. Фрагмент ландшафтной карты Центральной Европы.

*Центральноевропейские суббореальные гумидные (широколиственнолесные) ландшафты. Низменные:* 1 — аллювиальные террасированные (включая долины крупных рек), 2 аллювиальные песчаные с золовыми формами, 3 моренные в области максимального оледенения, *возвышенные:* 4 — лёссовые, 5 — пластовые на мезозойских мергелях, 6 — пластовые на мезозойских известняках, 7 пластовые на мезозойских песчаниках, 8 внутригорные котловинные, 9 — предгорные холмистые на неогеновых молассах, 10 — высокие (переходные к низкогорным) куэстовые на юрских известняках, 11 — высокие (переходные к низкогорным) предгорные с ледниковой и водно-ледниковой аккумуляцией, 12 — цокольные холмистые на кристаллических породах; *низкогорные:* 13 — флишевые, 14 — известняковые, 15 песчаниково-сланцевые (герцинские массивы), 16 кристаллические, 17 — лавовые; *среднегорные:* 18 — известняковые, 19 — песчаниково-сланцевые, 20 — кристаллические; *высокогорные:* 21 — нерасчлененные, 22 — горные ледники. Ландшафты лесостепного типа: 23 — нерасчлененные

## Полярные и приполярные ландшафты

Ландшафтам высоких широт присуща наиболее низкая тепло-обеспеченность. По увлажнению они в основном относятся к гумидным типам. Здесь различается несколько зональных групп.

**Полярные (арктические и антарктические) ледниковые ландшафты.** Современное покровное оледенение занимает наибольшую площадь в южном полушарии (Антарктический ледниковый покров, 14 млн. км<sup>2</sup>). На суше северного полушария снеговая линия нигде не

опускается до уровня океана, и ледники могут формироваться лишь на высоте нескольких сотен метров, хотя концы их нередко сползают в море. Средняя мощность Антарктического ледникового покрова — свыше 1600 м, средняя высота поверхности над уровнем моря — 2040 м (максимальная — более 4000 м). Мощность Гренландского ледникового щита — около 2300 м, высота достигает 3231 м. У ледниковых куполов Новой Земли и других арктических островов толщина льда достигает 300 — 400 м, а абсолютная высота — 1000 м и несколько более.

Ледяные пустыни характеризуются отрицательным годовым радиационным балансом <sup>1</sup>:  $R = - (200 \div 400)$  МДж/м<sup>2</sup>. Средняя температура воздуха всех месяцев ниже 0° С (в центре Антарктического покрова летом она равна — (30 ÷ 50) ° С, зимой — (60 ÷ 70) ° С, зарегистрированный  $t_{\min} = -89,2^\circ \text{C}$ ). В центре Антарктиды  $r=30 \div 50$  мм, лишь на периферии материка, а также на арктических островах Приатлантического сектора, подвергающихся воздействию циклонов, выпадает до 400 — 500 мм (местами более). Лед медленно движется от центра к периферии. Признаки постоянной жизни в ледяных пустынях отсутствуют. Лишь на небольших свободных от льда участках (антарктических оазисах), занятых каменистыми россыпями, встречаются водорослево-лишайниковые группировки. Поверхности Антарктического покрова присуща своеобразная ярусность: 1) прибрежная полоса, 2) пологий ледниковый склон, подверженный действию сильных стоковых ветров, 3) высокогорное ледниковое плато.

#### **Полярные (арктические и антарктические) внеледниковые ландшафты.**

Распространены на островах Северного Ледовитого океана, а также на Антарктическом полуострове;  $R$  здесь положительный (250 — 400 МДж/м<sup>2</sup>), но с октября по апрель имеет отрицательные значения;  $t_2=2 \div 4^\circ \text{C}$ . В Приатлантическом секторе Арктики климат относительно мягкий ( $t_1 = - (20 \div 25)^\circ \text{C}$ ;  $K_k=4 \div 5$ ), увлажнение повышено ( $r=150 \div 200$  мм и более); в континентальных секторах (особенно на северных островах Канадского Арктического архипелага) климат суровее ( $t_1$  ниже —  $35^\circ \text{C}$ ) и суше ( $r<100$  мм). Снежный покров лежит почти 300 дней в году; повсеместно распространена мощная многолетняя мерзлота, летом деятельный слой оттаивает лишь на 20 — 30 см. Типичны криогенные процессы — образование морозобойных трещин, полигональных и структурных грунтов. Растительный покров слабо развит, известны всего несколько десятков видов сосудистых растений — низкорослых (5 — 10 см) криофитных трав (полярный мак, крупка, фицция, мятлик).

<sup>1</sup> Здесь и далее приняты следующие символы основных климатических показателей:  $R$  — средний годовой радиационный баланс,  $t_1$  — средняя температура воздуха самого холодного месяца,  $t_2$  — средняя температура самого теплого месяца,  $\Sigma t_{10}$  — сумма суточных температур выше 10° С,  $t_{\min}$  — абсолютный минимум температур,  $r$  — годовое количество осадков,  $E$  — годовая испаряемость,  $K_y$  — коэффициент увлажнения, по Н. Н. Иванову,  $K_k$  — пояс континентальности, по Н. Н. Иванову.

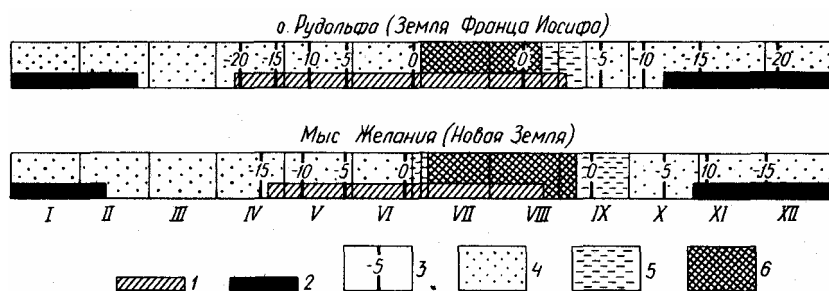


Рис. 49. Сезонные спектры арктических ландшафтов:

1 — полярный день, 2 — полярная ночь, 3 — переходы средних суточных температур, 4 — период с устойчивым снежным покровом, 5 — периоды с неустойчивым снежным покровом, 6 — бесснежный период, I — XII — месяцы

Они обычно приурочены к трещинам полигонов и их корневые системы не смыкаются. Поверхность полигонов покрыта тонкой корочкой накипных лишайников и микроскопических водорослей. Здесь нет пресмыкающихся, а единичные виды млекопитающих, так же как и птицы, трофически связаны с морем, для них характерны кочевки и сезонные миграции. Ежегодная продукция фитомассы не превышает 0,2 — 0,3 т/га, а ее запасы — около 1,5 т/га (преобладает подземная часть).

В сезонном ритме 9 — 10 месяцев приходится на морозную фазу (рис. 49). Полярная ночь длится 120 — 130 сут; самое холодное время наступает после ее окончания — в феврале — марте. В апреле начинается полярный день, но лишь в конце июня средняя температура воздуха становится положительной. Активная фаза — полярное лето — совпадает с бесснежным периодом и второй половиной полярного дня (июль и большая часть августа). Жизнедеятельность микроорганизмов и растений возможна благодаря тому, что поверхность почвы нагревается сильнее, чем воздух. Вегетация протекает очень быстро, и уже в августе растения увядают.

Высотная поясность в Арктике сильно редуцирована: уже на высоте 120 — 150 м над уровнем моря появляются горные арктические пустыни с каменистыми россыпями, местами с лишайниками.

**Субарктические (тундровые) ландшафты.** В Субарктике теплои влагообеспеченность возрастают по сравнению с Арктикой;  $R$  увеличивается от 500 МДж/м<sup>2</sup> на севере до 1000 МДж/м<sup>2</sup> на юге,  $t_2$  — от 3 — 4 до 10 — 12°C. Выделяются подтипы арктотундровых, типичных тундровых и южных тундровых ландшафтов. В последних уже выражен короткий период со средней температурой выше 10° C, но  $\Sigma t_{10}$  не превышает 500 — 600° C. Зимой более резко проявляются долготные температурные различия;  $K_k$  изменяется от 3 — 4 в Приатлантическом секторе до 7 — 8 в Восточносибирском и Центрально-канадском. Увлажнение повсюду избыточное; сток обильный, но крайне неравномерный (с резким весенним максимумом). Многолет-

няя мерзлота и связанные с ней процессы развиты во всех континентальных секторах. Для растительного покрова типичны низкорослые кустарники — полярные березки и ивы (в арктической тундре их нет), кустарнички (голубика, брусника, вороника, багульник), некоторые злаки, осоки, пушицы, а также мхи и лишайники. Корневые системы растений смыкаются, сплошь пронизывая почву. Запасы фитомассы растут примерно от 5 т/га в арктической тундре до 20 — 30 т/га в южной, а продуктивность — соответственно от 0,5 до 3 — 4 т/га в год. Преобладает подземная масса. Биологический круговорот еще очень слабый; ежегодное потребление химических элементов растениями — 30 — 100 кг/га. По условиям жизни животных субарктические ландшафты имеют много общего с арктическими. Многие животные покидают тундру на зиму; характерны резкие колебания численности от года к году. Почвы — в основном тундровые торфянисто-глеевые, кислые, ненасыщенные. Широко развито заболачивание.

В типичных умеренно континентальных тундрах зима, т.е. период устойчивого снежного покрова с температурой воздуха ниже  $-5^{\circ}\text{C}$ , продолжается около 8 месяцев (см. рис. 43). В остальной части годового цикла можно различать следующие основные фазы: 1) предвесеннюю (разрушение снежного покрова), 2) ранневесеннюю (первые цветущие растения — пушица, крупка), 3) поздневесеннюю (начало зеленения растений), 4) собственно летнюю (разгар вегетации и массовое цветение), 5) позднелетнюю (прекращение оттаивания мерзлоты, спад вегетации), 6) осеннюю (прекращение вегетации), 7) предзимнюю (формирование снежного покрова). Летние фазы длятся 50 — 60 дней. В приатлантических тундрах активные фазы продолжительнее, а зима короче.

В арктической тундре равнинные ландшафты незаметно переходят в горные — каменистый вариант арктической тундры с открытыми группировками, для которых характерна дриада (куропаточья трава). Начиная с 200 — 300 м появляется пояс горных арктических пустынь — аналог зональных полярных пустынь, со скалами и каменистыми россыпями, почти лишенными растительности. В типичной и южной тундре арктотундровый пояс начинается с 250— 400 м и простирается на Полярном Урале до 500 — 600 м, на юге Гренландии до 700 м. Выше расположен пояс горных полярных пустынь. В приокеанических тундрах появляется горно-ледниковый пояс. Снеговая линия на влажных западных склонах гор Шпицбергена лежит уже на высоте 200 — 300 м, а во внутренних районах Исландии поднимается до 1400 — 1600 м.

**Бореально-субарктические континентальные (лесотундровые) ландшафты.** В условиях континентального климата переход от тундры к тайге образует лесотундра. Запасы тепла здесь постепенно увеличиваются ( $\Sigma t_{10}=500\div 800^{\circ}\text{C}$ ), осадков также поступает больше, но зима из-за удаления от океана более сурова. Континентальность в целом усиливается, но неодинакова в разных секторах



( $K_k=6$  в кольской лесотундре, 8 — 9 в восточносибирской). Многолетняя мерзлота широко распространена, развиты термокарст, заболачивание. Среди типичных тундровых сообществ (преимущественно зарослей карликовых березок — ерника) сначала появляются единичные угнетенные деревья (в типично и резко континентальных условиях — лиственница, в умеренно континентальных — ель, в слабо континентальных — береза извилистая и сосна обыкновенная), затем их группы, редины и редколесья. Запасы фитомассы в среднем около 40 — 75 т/га, ежегодная продукция — 4 — 6 т/га. Животный мир становится богаче за счет многих таежных представителей (в том числе лось, бурый медведь). Господствуют тундровые торфянисто-глеевые почвы, но местами выражен подзолистый процесс, усиливается торфообразование.

В сравнении с тундрой продолжительность зимы сокращается (180 — 220 дней), а активного периода — увеличивается (см. рис. 43), но по общему характеру сезонной структуры лесотундра близка к тундре. Начало фотосинтеза и зеленения растений наступает после перехода средней температуры воздуха через  $5^\circ \text{C}$ , а облиствение карликовых и высокоствольных берез и лиственницы — после перехода через  $7 - 8^\circ \text{C}$  (в первой-второй декаде июня). Массовое созревание ягодников приходится на конец июля — август; в конце августа начинается расцветивание деревьев и кустарников, к концу сентября (после осеннего перехода температуры через  $0^\circ \text{C}$ ) заканчивается листопад.

В горах Путорана лиственничные редколесья поднимаются до 200 — 500 м над ур. моря и переходят в неширокий (100 — 200 м) кустарниковый пояс с зарослями душикии, над которым располагается горная ерниковая, а затем лишайниковая и моховая тундра. Выше 500 — 700 м лежит гольцовый пояс с каменистыми россыпями.

**Бореально-субарктические приокеанические (луговые и лесолуговые ландшафты).** Эту группу можно рассматривать как приокеанический аналог лесотундры. Сюда входят несколько типов ландшафтов. Наиболее мягким и влажным климатом отличаются западноевропейские луговые ландшафты, особенно типично представленные на островах Норвежского моря и на юго-западе Исландии ( $K_k=2 \div 3$ ,  $K_y>3$ ,  $r>1000$  мм), с положительными средними температурами всех месяцев, но очень прохладным летом ( $t_2= 10 \div 11^\circ \text{C}$ ,  $\Sigma t_{10}=500 \div 700^\circ \text{C}$ ), не допускающим произрастания лесов; здесь господствуют разнотравно-злаковые луга на дерновогумусных и дерново-торфянистых почвах. Близкие аналоги этих ландшафтов встречаются в южном полушарии — на Фолклендских (Мальвинских) островах, о. Южная Георгия и на Огненной Земле. Более высокой континентальностью ( $K_k = 3 \div 5$ ) характеризуются алеутские и южногренландские ландшафты, еще более высокой ( $K_k = 5 \div 7$ ) — курило-камчатские. Последним свойственна довольно длительная (150 — 200 дней) и суровая зима ( $|t| = (6 \div 16)^\circ \text{C}$ ), мощный снежный покров; растительность представлена разреженными лесами из каменной березы (*Betula ermanii*) с развитым ярусом из высокотравья. По запасам фитомассы (около 85 т/га)

камчатские лесолуговые ландшафты близки к лесотундровым, но по продуктивности (около 7 т/га в год) превосходят их. Почвообразование происходит при обильном поступлении растительного опада, образуются слабокислые дерновые почвы. На формирование ландшафтов существенный отпечаток накладывает активный вулканизм.

На Камчатке хорошо выражена высотная ландшафтная поясность. Низкогорный пояс парковых березняков на внутренних склонах распространяется до 500 — 800 м, но на склонах, обращенных к океану, нередко опускается почти до уровня моря. Над ним расположен пояс стлаников, особенно кедровника (*Pinus pumila*) — до 1100 — 1200 м на внутренних склонах и на несколько сотен метров ниже — на периферических. Высокогорье занято горными тундрами (до 1000 — 1300 м на севере, 1500 — 1600 м на юге), гольцами и горными ледниками (высота снеговой границы 1200 — 1300 м на севере, 2100 — 2200 м на юге).

### **Бореальные и бореально-суббореальные ландшафты**

Ландшафты бореальных типов хорошо выражены в Евразии и в Северной Америке, где они простираются в широтном поясе между 50 и 70° с.ш. На юге к ним примыкает неширокая переходная полоса бореально-суббореальных ландшафтов. Преобладают гумидные типы.

**Бореальные (таежные) ландшафты** характеризуются умеренно холодным климатом ( $R = 1000 \div 1600$  МДж/см<sup>2</sup>,  $\Sigma t_{10} = 800 \div 1800^\circ \text{C}$ ,  $t_2 = 13 \div 18^\circ \text{C}$ ) и преимущественно избыточным увлажнением; типичные годовые суммы осадков — 500 — 700 мм. Степень континентальности и увлажнение колеблются в довольно широких пределах. Наиболее ровным и влажным климатом отличаются барьерно-дождевые бореальные притихоокеанские ландшафты Северной Америки ( $K_k = 3 \div 4$ ,  $r > 2000$  мм,  $K_y$  — до 4); им несколько уступают барьерные скандинавские ландшафты ( $K_k = 4 \div 5$ ;  $r$  — до 2000,  $K_y > 2$ ). Восточноевропейская и восточноканадская тайга относится к умеренно континентальной группе ( $K_k = 6 \div 7$ ), западносибирская, центрально-восточная канадская и дальневосточная — к типично континентальной ( $K_k = 8$ ), среднесибирская и центрально-западная канадская — к резко континентальной ( $K_k = 9$ ), восточносибирская — к крайне континентальной семигумидной ( $K_k = 10$ ,  $t_1$  до — 50° C,  $t_{\min}$  — до — 70° C,  $r$  — местами менее 200 мм,  $K_y = 0,5 \div 1,0$ ).

Почти во всех типах бореальных ландшафтов четко различаются три подтипа — северо-, средне- и южнотаежный, обусловленные различиями в теплообеспеченности. Многолетняя мерзлота свойственна резко и крайне континентальным секторам и северотаежной части типично континентальных. Развито заболачивание; сток интенсивный, но денудационные процессы сдерживаются лесной растительностью. Господствуют хвойные леса с небольшим набором эдификаторов: в условиях резко и крайне континентального климата — светлые лиственничники (с кустарничковым ярусом и нередко с подлеском из ерника, душейки, кедрового стланика), в других секто-

рах — темнохвойные из разных видов ели, пихты, отчасти из кедровой сосны, с травяно-кустарничковым ярусом (черника, голубика, кислица и др.) и моховым покровом, в южной тайге периферических секторов — с подлеском из широколиственных пород. На легких и каменистых грунтах распространены сосновые леса. Наибольшим богатством выделяется притихоокеанская североамериканская тайга с ситхинской елью (*Picea sitchensis*), западным хемлоком (*Tsuga heterophylla*), туей гигантской (*Thuja plicata*) и др.

Таяжная растительность обеспечивает животным обилие кормов и разнообразие местообитаний. Здесь больше оседлых животных, чем в тундре, больше беспозвоночных (преимущественно сапрофагов, населяющих подстилку и играющих существенную роль в биологическом круговороте); появляются некоторые пресмыкающиеся и земноводные. Большинство млекопитающих тайги распространено и в других зонах.

Запасы и продуктивность биомассы возрастают с севера на юг и от внутриконтинентальных ландшафтов к приокеаническим. Для плакорных восточноевропейских ельников характерны следующие величины запасов: северная тайга — около 150, средняя — около 250, южная — около 300 т/га; ежегодный прирост соответственно: 4 — 6, 5 — 7 и 8 — 10 т/га. У восточносибирских лиственничников все показатели сокращаются примерно вдвое или больше. Типичный таяжный лес потребляет ежегодно 100 — 200 кг/га химических элементов, из них 80 — 150 кг/га возвращается с опадом. Накапливается мощная подстилка, в которой содержится 2 — 4 т/га минеральных элементов. При разложении опада образуются агрессивные фульвокислоты, усиливающие миграционную способность элементов. Хлориды, сульфаты и карбонаты выносятся за пределы почвенного профиля. Поглощающий комплекс подзолистых почв резко ненасыщен основаниями. В резко и крайне континентальных бореальных ландшафтах со сплошной многолетней мерзлотой подзолистый процесс не развит и формируются мерзлотно-таяжные почвы.

Сезонный цикл функционирования таяжных геосистем был достаточно подробно рассмотрен в предыдущей главе (см. рис. 41 — 43). Следует лишь отметить существенные секторные различия. Так, зима в приатлантической западноевропейской тайге длится около 90 дней, а в восточносибирской северной тайге — более 200; разница в продолжительности вегетационного периода — 70 — 80 дней. По мере усиления континентальности укорачиваются переходные весенние и осенние фазы.

Нижний ярус гор в тайге представлен горнотаяжным поясом (в северной тайге — до 300 — 600, в средней — до 600 — 1000, в южной — до 1000 — 1300 м). В среднегорьях его сменяет пояс редколесий, криволесий, кустарников, стлаников (до 600 — 800 м на севере, 1300 — 1500 м на юге). Выше расположены горные тундры и гольцы. В экспозиционных североамериканских и скандинавских таяжных горах развито оледенение.

**Бореально-суббореальные (подтаяжные) ландшафты.** Подтаяжные ландшафты отличаются от таяжных повышенной теплообеспе-

ченностью ( $\Sigma t_{10}$  до 2000 — 2200° С), увлажнение несколько снижается, но, как правило, осадки превышают испаряемость. По степени континентальности различаются типы, аналогичные таежным. Наиболее типично подтаежные ландшафты представлены в Восточной Европе ( $K_k=6 \div 7$ ;  $r=500 \div 700$  мм,  $E=500$  — 600 мм). Здесь естественный покров образован смешанными лесами с елью (на востоке также пихтой) в верхнем ярусе и широколиственными (липа, дуб, ясень, клен, вяз) в подлеске или нижнем подъярусе древостоя. В животном населении наряду с таежными видами появляются представители широколиственных лесов; богаче фауна беспозвоночных. Запасы фитомассы близки к 300 т/га, продуктивность — около 12 т/га (местами больше). С опадом ежегодно поступает 200 — 400 кг/га зольных элементов. Опад разлагается быстрее, чем в тайге; в составе гумуса наряду с фульвокислотами присутствуют ульминовые кислоты, которые частично связываются с основаниями и осаждаются в перегнойном горизонте. Зональные почвы — дерново-подзолистые.

Наиболее близкий аналог восточноевропейской подтайги — североамериканская приатлантическая (лаврентийская) подтайга, но леса здесь богаче по составу, а почвы близки к бурым лесным. Западносибирская подтайга — типично континентальная, с березово-осиновыми лесами, серыми лесными почвами, сильной заболоченностью и признаками остепнения. Ее аналог — центральноканадская подтайга с неустойчивым увлажнением и парковыми осинниками. На Дальнем Востоке в подтаёге обнаруживаются переходы от резко континентального типа с лесами из лиственницы Гмелина и дуба монгольского к умеренно континентальному муссонному типу с богатыми широколиственно-темнохвойными лесами на бурых лесных почвах. Очень ровным, прохладным и влажным климатом ( $K_k=3 \div 4$ ,  $4=14 \div 15^\circ$  С,  $K_y > 2$ ) выделяются небольшие площади с ландшафтами подтаежного типа на севере Шотландии и югозападе Скандинавии, с сосновыми и березовыми лесами, наличием вечнозеленых ерик (*Erica*) из вересковых, интенсивным торфообразованием.

По характеру сезонной структуры подтаежные ландшафты близки к таежным (см. рис. 43), но отличаются большей длительностью активных фаз и менее продолжительной зимой.

Низкогорья в подтаежных ландшафтах заняты в основном темнохвойными лесами (до 700 — 800 м), для среднегорного яруса характерны заросли кустарников или верещатники; кое-где (в Шотландском нагорье выше 900 м) выражены фрагменты высокогорья с каменистыми россыпями и арктоальпийскими группировками.

В качестве отдаленного аналога подтаежных ландшафтов северного полушария можно рассматривать барьерно-дождевые ландшафты западного склона Патагонских Анд южнее 48° ю. ш. Климат здесь океанический, исключительно ровный и влажный с теплой зимой, но очень прохладным летом ( $K_k=1 \div 2$ ,  $r > 2000$  мм,  $t_1$  около 5° С,  $t_2$  около 10° С). Господствуют густые, но низкоствольные смешанные леса из листопадных южных буков (род *Nothofagus*)

и хвойных — эсдро (*Libocedrus*), ногоплодника (*Podocarpus*), с густым подлеском, обилием папоротников, разнотравья, мхов и лишайников. Леса поднимаются в горы до 1000 — 1200 м на севере и до 400 м на юге. Выше развито мощное оледенение, концы ледников нередко спускаются в море.

### **Суббореальные ландшафты (типичные и переходные к субтропическим)**

К суббореальной серии отнесены ландшафты теплоумеренного пояса ( $R=1500\div 20000$  МДж/м<sup>2</sup>,  $\Sigma t_{10} = 2000\div 3800^\circ\text{C}$ ). Увлажнение в этом поясе колеблется в очень широком диапазоне, в связи с чем здесь представлен полный ряд ландшафтных типов — от гумидных до крайне аридных. При дальнейшем увеличении радиационного баланса и теплообеспеченности ( $\Sigma t_{10}=3800\div 5000^\circ\text{C}$ ) появляются признаки перехода к субтропикам; южные суббореальные («полу-субтропические») ландшафты также разнообразны и контрастны по увлажнению.

**Суббореальные гумидные (широколиственнолесные) ландшафты.** Эти ландшафты тяготеют к приокеаническим секторам. В Европе они представлены тремя типами. Наиболее мягким и влажным климатом характеризуются западноевропейские ландшафты ( $K_k=3\div 5$ ,  $t_1$  от 0 до 5 — 7° С,  $r=700\div 800$  мм) с двумя подтипами — северным ( $\Sigma t_{10}=1800\div 2800^\circ\text{C}$ ) и южным ( $\Sigma t_{10}=2800\div 3600^\circ\text{C}$ ). Центральноевропейские ландшафты — слабо континентальные ( $K_k=6$ ,  $t_1$  от 0 до — 5° С), осадки несколько сокращаются и  $K_y$  может быть несколько ниже 1,0; запасы тепла увеличиваются ( $\Sigma t=2500\div 3600^\circ\text{C}$ ). Здесь также выражены северный и южный подтипы.

Далее на восток ареал суббореальных гумидных ландшафтов резко сужается, и они представлены восточноевропейским типом, который простирается прерывистой полосой до Урала ( $K_k=7\div 8$ ,  $t_1$  — (5÷14)° С,  $\Sigma t_{10}=2200\div 2500^\circ\text{C}$ ). Суббореальные муссонные ландшафты на о. Хонсю и на севере о. Хоккайдо — умеренно континентальные ( $K_k=7$ ;  $t_1 =$  — (1÷3)° С,  $t_2=22\div 24^\circ\text{C}$ ;  $\Sigma t_{10}=3000\div 3500^\circ\text{C}$ ), с обильными осадками в течение всего года ( $r=1000\div 2000$  мм). На прилегающей части материка континентальность быстро возрастает к западу до 9 — 10-й ступени,  $t_1$  понижается до — 20, — 24° С,  $r$  — до 600÷500 мм (с резким летним максимумом и весенним дефицитом влаги).

В Приатлантическом секторе Северной Америки можно различать два типа суббореальных гумидных ландшафтов — умеренно континентальный ( $K_k=7$ ) и типично континентальный ( $K_k=8$ ). Тот и другой характеризуются относительно высокой тепло- и влагообеспеченностью ( $\Sigma t_{10}=2800\div 4000^\circ\text{C}$ ,  $r=800\div 1100$  мм), но зима здесь довольно холодная ( $t_1 =$  — (10÷11)° С).

Наиболее специфичны барьерно-дождевые притихоокеанские северо- и южноамериканские, а также тасманийско-новозеландские суббореальные ландшафты с исключительно влажным ( $r=2000\div$

÷4000 мм), очень ровным ( $K_k=1\div5$ ), но прохладным ( $\Sigma t_{10}=2000\div3000^\circ\text{C}$ ,  $t_1$  — до  $4$  —  $8^\circ\text{C}$ ,  $t_2=13\div16^\circ\text{C}$ ) климатом.

Суббореальные гумидные ландшафты при всем их разнообразии имеют много общего. Период активного функционирования геосистем здесь на 50 — 60 дней больше, чем в бореальных ландшафтах, активнее влагооборот, химическое выветривание, биологический круговорот. Растительность представлена мезофильными листопадными широколиственными лесами с многими общими родами деревьев (дуб, бук, липа, клен, вяз, ясень, граб), но восточноазиатские и североамериканские леса богаче европейских. В «дождевых» притихоокеанских лесах Северной Америки много хвойных, особенно выделяется огромная (до 125 м) дугласия (*Pseudotsuga taxifolia*). Для широколиственных лесов южного полушария характерны вечнозеленые южные буки (*Nothofagus*) и многие другие древесные породы.

Запасы биомассы широколиственных лесов обычно 300— 600 т/га, годовая продукция — 10 — 16 т/га (в притихоокеанских лесах с дугласией запасы достигают 1000 — 1200 т/га и более, при продуктивности 11 — 16 т/га). В типичных условиях потребление химических элементов составляет 300 — 500 кг/га, с опадом возвращается 250 — 350 т/га.

Животный мир широколиственных лесов северного полушария в целом однотипен. Среди млекопитающих есть крупные растительноядные; в приокеанических ландшафтах, где нет мощного снежного покрова, благоприятны условия для копытных (олень, косуля, кабан). Почва и подстилка насыщены беспозвоночными. До 90% всей зоомассы приходится на дождевых червей. Большим своеобразием, многочисленными эндемиками отличается фауна южноамериканских суббореальных лесов; древняя фауна с высоким эндемизмом свойственна лесам Новой Зеландии.

Активный биологический круговорот элементов (особенно кальция) и микробиологическая деятельность способствуют накоплению в почве гумуса (до 6 — 8%), определяют высокую насыщенность основаниями, слабокислую или даже нейтральную реакцию почвенных растворов. Типичны бурые лесные почвы, а для наиболее континентальных восточноевропейских ландшафтов — серые лесные.

Сходства и различия типов широколиственнолесных ландшафтов ярко выражены в их сезонной ритмике (рис. 50). В западноевропейских ландшафтах зима с кратковременным (не ежегодным) снежным покровом, состоянием покоя в растительном мире, безлистным аспектом в лесах длится обычно с начала декабря до февраля. В восточноевропейских широколиственнолесных ландшафтах зимой образуется устойчивый снежный покров, который держится от 60— 80 дней на западе до 130 — 140 дней (со второй декады ноября до середины апреля) на востоке. Ранневесенняя фаза, когда зацветают лещина, ольха и другие раннецветущие растения, в приатлантических районах начинается в середине февраля или даже в конце января, а в восточноевропейских — только в апреле. Большинство широколиственных деревьев начинает зеленеть после перехода температуры через  $10^\circ\text{C}$  и окончания заморозков (у дуба первые листья

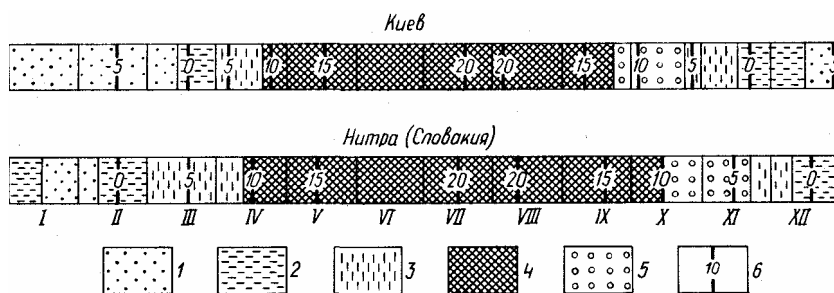


Рис. 50. Сезонные спектры суббореальных гумидных ландшафтов:  
 1 — устойчивый снежный покров, 2 — неустойчивый снежный покров, 3 — ранневесенняя и позднеосенняя бесснежные фазы, 4 — разгар вегетации древесной растительности, 5 — расцветание и листопад деревьев, 6 — переходы средних суточных температур, I—XII — месяцы

появляются во второй половине апреля на юге Центральноевропейского сектора, во второй половине мая — в Восточноевропейском). В материковых ландшафтах весной и в начале лета ощущается недостаток атмосферной влаги. Расцветание листопадных деревьев начинается после снижения средней температуры воздуха до  $15^{\circ}\text{C}$  (в начале сентября в северных и восточных районах, в первой половине октября — в южных). Листопад заканчивается при средней температуре около  $5^{\circ}\text{C}$  (конец октября на востоке, первая-вторая декада декабря на юге и западе).

Североамериканские приатлантические широколиственнолесные ландшафты по сезонной ритмике близки к центральноевропейским, а более континентальные — к восточноевропейским. Восточноазиатскому (дальневосточному) типу присущ муссонный режим с резкой контрастностью основных сезонов.

Высотная поясность наиболее полно представлена в Альпах, Карпатах и на северо-западном склоне Большого Кавказа. Нижний ярус гор (до 600 — 800 м) занимают горные широколиственные леса с господством дубов. В среднегорье нижний пояс характеризуется буковыми лесами (до 1000 — 1500 м), верхний — темнохвойными (до 1600 — 2200 м). В высокогорном ярусе сменяются пояса: 1) субальпийских криволесий, кустарников (рододендронов) и высокотравных лугов (до 2000 — 2400 м), 2) низкотравных альпийских лугов (до 2500 — 3000 м), 3) субнивальных скал и каменистых россыпей и 4) горных ледников. Снеговая линия в Татрах лежит на высоте 2300 м, в центральной части Альп — 3000 — 3300 м.

**Суббореальные семигумидные (лесостепные) ландшафты.** Лесостепные ландшафты свойственны континентальным секторам материков. По запасам тепла они мало отличаются от широколиственнолесных, но уступают им по влагообеспеченности ( $K_y=0,6\div 1,0$ ), так что на плакорах леса постепенно исчезают и сменяются луговыми степями на почвах черноземного типа. В Восточной Европе и Западной Сибири лесостепные ландшафты образуют хорошо выраженную

зону. Восточноевропейские лесостепные ландшафты типично континентальные, относительно более теплые и влажные ( $K_k=8$ ,  $\Sigma t_{10} = 2200 \div 2500^\circ \text{C}$ ,  $r$  — около 600 мм); в естественном покрове до распахки преобладали остепненные луга и луговые степи с густым высоким травостоем из мезо- и ксерофитных злаков (ковыли, типчак, тонконог, мятлик, кострец и др.) и обильного разнотравья; леса (дубравы) приурочены к высоким правобережьям рек, балкам, западинам. В животном мире сочетаются лесные и степные представители. В западносибирской лесостепи климат приближается к резко континентальному ( $K_k=8 \div 9$ ), зима продолжительнее и суровее, тепла и влаги меньше ( $\Sigma t_{10}=2000 \div 2200^\circ \text{C}$ ,  $r=400 \div 500$  мм). Развитие широколиственных лесов здесь исключено; на фоне остепненных лугов и луговых степей разбросаны осиново-березовые рощи и колки. Лесостепные ландшафты суббореального характера, с резко континентальным муссонным климатом занимают небольшую площадь на Дальнем Востоке — на подгорных равнинах, окаймляющих с востока низменность Сунляо. В Северной Америке к лесостепному суббореальному типу следует отнести северную часть так называемых прерий (в междуречье Миссисипи и Миссури).

Фитомасса восточноевропейских и западносибирских луговых степей — около 15 — 20 т/га, ежегодная продукция — 15 — 26 т/га, на ее создание потребляется до 1000 кг/га зольных элементов. Интенсивность биологического круговорота здесь выше, чем в широколиственных лесах, и максимальная для суббореального пояса. При разложении опада образуются устойчивые органо-минеральные соединения, способные сорбировать большое количество кальция, калия, фосфора и др. Формируются выщелоченные и типичные черноземы, содержащие до 700 — 800 т/га гумуса. Они полностью насыщены основаниями, имеют нейтральную реакцию.

Сезонный ритм хорошо выражен (см. рис. 43). Зима с устойчивым снежным покровом в западносибирской лесостепи длится с начала второй декады ноября до начала апреля, к западу ее продолжительность сокращается (с конца декабря до начала марта). Основной активный период годового цикла, когда температура воздуха выше  $10^\circ \text{C}$ , в Западной Сибири продолжается примерно с середины мая до середины сентября, а в восточноевропейской — с конца апреля до начала октября. Однако активность влагооборота и других процессов в значительной степени ограничена недостатком атмосферных осадков (с апреля по сентябрь  $K_y < 1$ ).

Высотная поясность наиболее полно проявляется в лесостепных горах Западной Сибири. На наветренных западных склонах низкогорья до 700 — 800 м заняты поясом влажной черневой тайги с осиново-пихтовыми высокотравными лесами. В среднегорном ярусе (до 1200 — 1400 м) ее сменяет кедрово-елово-пихтовая горная тайга; высокогорья имеют тундрово-гольцовый характер. Подветренные низкогорья заняты сухими травяными сосновыми, лиственничнососновыми и березовыми лесами, среднегорья — преимущественно горными лиственничниками.

**Суббореальные семиаридные (степные) ландшафты.** Дальнейшее



усиление сухости, когда  $K$  снижается до 0,6 — 0,3, приводит к смене лесостепных ландшафтов степными. В Евразии они образуют хорошо выраженную внутриконтинентальную зону, нигде не выходящую к берегам океанов, с четырьмя типами ландшафтов: типично континентальным восточноевропейским ( $K_k=8$ ;  $\Sigma t_{10}=2800\div 3600^\circ \text{C}$ ,  $r = 400\div 500 \text{ мм}$ ), резко континентальным казахстанским ( $K_k = 9$ ;  $\Sigma t_{10}=2000\div 2700^\circ \text{C}$ ;  $r = 300\div 400 \text{ мм}$ ), крайне континентальным центральноазиатским ( $K_k= 10$ ,  $\Sigma t_{10}=2000\div 2100^\circ \text{C}$ ,  $r= 250\div 350 \text{ мм}$ ) и муссонным крайне континентальным восточноазиатским ( $K_k = 10$ ,  $\Sigma t_{10}$  — около  $2800^\circ \text{C}$ ;  $r = 400\div 500 \text{ мм}$ ). Значительную площадь степные ландшафты занимают в центре Северной Америки, их наиболее близкий аналог в Евразии — казахстанские степи; небольшие фрагменты ландшафтов этой серии встречаются в южном полушарии — в Патагонии (где они трудно отделимы от полупустынь) и на востоке Новой Зеландии (в барьерной тени Новозеландских Альп).

Основные эдификаторы степных сообществ — многолетние дерновинные злаки (ковыли, типчак, житняк и др.). В евразийских суббореальных степях хорошо прослеживаются три подзоны (и три подтипа ландшафтов). Для северной характерно обильное разнотравье, в средней (засушливой) подзоне разнотравье беднее и имеет более ксерофильный характер, в южной (сухой) степи господствуют дерновинные злаки, проективное покрытие всего 50 — 60%.

Безлесые, обилие и круглогодичная доступность кормов определяют особенности животного населения степи, в частности преобладание фитофагов (самая многочисленная группа среди млекопитающих — грызуны, в прошлом были типичны также копытные). Многие животные живут в норах. Численность и масса беспозвоночных намного меньше, чем в лесах и лесостепи.

Запасы фитомассы в северных степях — порядка 10 — 15 т/га, в южных — 5 — 10 т/га. Такого же порядка величина годичной продукции. С растительным опадом в почву ежегодно поступает около 400 — 500 кг/га зольных элементов и азота. В опаде много оснований. Поглощающий комплекс почв насыщен основаниями, реакция почвенного раствора нейтральная или слабощелочная. В почве накапливаются карбонаты, а в южной степи, кроме того, гипс, сульфаты и хлориды. Минерализация органических остатков замедлена из-за сухости, и в почве накапливается много гумуса, хотя и меньше, чем в лесостепи: в обыкновенных черноземах северной степи 500 — 600 т/га, в южных черноземах средней степи 300— 500 т/га. В южных степях формируются темно-каштановые и каштановые типичные почвы, часто карбонатные и солонцеватые, с относительно невысокой гумусностью.

Продолжительность и характер сезонных фаз в большой степени зависят от степени континентальности. В резко и крайне континентальных условиях Казахстана (см. рис. 43) и Центральной Азии зима длится с начала или середины ноября до конца марта—

начала апреля. Снежный покров маломощный, и почва промерзает до 1,5 — 2,5 м. В степях Причерноморья устойчивый снежный покров не образуется. В типичных восточноевропейских степях начало весны приходится на конец марта и характеризуется бурным таянием снега, быстрым прохождением половодья, интенсивным плоскостным смывом, ростом оврагов. В конце марта — апреле возобновляется вегетация эфемероидов, а во второй половине апреля — первой половине мая — основных степных злаков. Самая сухая фаза приходится на вторую половину июня — первую половину июля, когда у растений выражен период полупокоя. Со второй половины июля наблюдается некоторое оживление, но в сентябре травостой начинает высыхать. К востоку наступление весенних и летних фаз запаздывает, причем в центральноазиатских степях пик вегетации приходится на июль, когда выпадает наибольшее количество осадков.

Степной тип высотной поясности лучше всего прослеживается на внутренних склонах хребтов Алтайско-Саянской системы. Низкогорный степной пояс поднимается здесь до 1000 — 1200 м (местами до 1500 — 1800 м). Для среднегорного яруса характерен пояс лиственных лесов (до 1800 — 2200 м). В высокогорьях встречаются кобрезиевые пустоши, переходящие в горные тундры, на самых высоких хребтах — субнивальный пояс и горные ледники.

**Суббореальные аридные (полупустынные) ландшафты.** В Евразии полупустынные ландшафты представлены двумя типами: резко континентальным казахстанским ( $K_k=9$ ;  $\Sigma t_{10}=3200\div 3600^\circ \text{C}$ ;  $r=200\div 300 \text{ мм}$ ,  $K_y=0,2\div 0,3$ ) и крайне континентальным центральноазиатским, или монгольским ( $K_k=10$ ,  $\Sigma t_{10}=2600\div 3000^\circ \text{C}$ ,  $r=100\div 200 \text{ мм}$ ,  $K_y=0,1\div 0,2$ ). Черты аридности проявляются в слабом развитии стока, интенсивном механическом выветривании, дефляции, во впадинах — соленакоплении. Разреженный растительный покров в казахстанских полупустынях образован чередующимися по элементам микрорельефа полынно-дерновиннозлаковыми и ксерофитнокустарничковыми (прутняк, ромашник и др.) сообществами, в центральноазиатских — мелкодерновиннозлаковыми (ковыльковыми) и кустарничковыми. Запасы фитомассы сокращаются до 8—10 (местами 2—4) т/га, продуктивность — около 3—5 т/га. Открытость территории, недостаток воды, сезонные и межгодовые колебания кормов определяют особенности животного мира. Характерны грызуны; зоомасса беспозвоночных в несколько раз меньше, чем в степи. Зональные почвы — светлокаштановые и бурые пустынно-степные — карбонатные и нередко солонцеватые, с малым содержанием гумуса (в первых 2—4%, во вторых — 0,5—1,5%).

В казахстанских полупустынях фаза устойчивого снежного покрова продолжается от 95 дней на западе до 135 — на востоке (см. рис. 43). Жизнедеятельность ранневегетирующих видов начинается после перехода средней температуры воздуха через  $5^\circ \text{C}$  (около 10 апреля на западе, на 5—7 дней позже на востоке). В течение всего бесснежного периода в почве наблюдается недостаток влаги.

Эфемеры и эфемероиды заканчивают вегетацию уже к началу июня, типчак и ковыль — к началу июля. Пустынные кустарнички летом находятся в угнетенном состоянии, но осенью оживают и могут вегетировать до 6 — 12 октября.

В горах полупустынного Казахстана низкогорный ярус (до 1200 — 1500 м) занят горными степями, в среднегорном ярусе (до 2300 — 2600 м) — сложное сочетание степей, лугов, кустарников, местами редкостойных лиственничников; в высокогорном — субальпийские и альпийские луга, а выше 3000 — 3500 м — нивальный пояс. В горах центральноазиатского типа высотный спектр имеет более аридный характер: до 1600 — 2100 м поднимаются горные полупустыни, сменяющиеся горными степями (до 2700 — 2900 м), переходящими в кобрезиевые пустоши.

К полупустынному типу относятся ландшафты Патагонии, лежащие в барьерной тени Патагонских Анд. Здесь доминируют колючие кустарники и полукустарнички на почвах, близких к бурым пустынно-степным.

**Суббореальные экстрааридные (пустынные) ландшафты.** Суббореальные пустыни широко распространены в центре Евразии. Им присуща крайняя аридность ( $r < 200$  мм,  $K_y = 0,10 \div 0,15$ ), жаркое лето и значительные запасы тепла ( $R = 1800 \div 2000$  МДж/м<sup>2</sup>,  $t_2 = 24 \div 26^\circ \text{C}$ ,  $\Sigma t_{10} = 3200 \div 4000^\circ \text{C}$ ), но довольно холодная зима ( $t_1 = - (10 \div 15)^\circ \text{C}$ ). Различаются резко континентальные казахстанские и крайне континентальные центральноазиатские суббореальные пустыни. Крайняя аридность проявляется в отсутствии местных рек с постоянным течением, развитии физического выветривания, аккумуляции обломочного материала, дефляции и эоловой аккумуляции, соленакоплении. Растительный покров сильно разрежен, для него характерны полыни и солянки (фитомасса 3,5— 6,0 т/га, продуктивность — 0,5 — 4,0 т/га), псаммофитные сообщества на песках, сочные солянки на солончаках. Величина зоомассы также низкая, основную часть составляют беспозвоночные, среди позвоночных преобладают грызуны. Многие звери зимой впадают в спячку, а летом их активность резко снижается из-за выгорания растительности. Растительный опад быстро минерализуется, содержание гумуса в серо-бурых почвах — не более 1%.

Зима в суббореальных пустынях продолжительная (75— 125 дней), с устойчивым, но маломощным снежным покровом. В конце марта — начале апреля на западе пробуждаются ранние эфемеры (в Центральной Азии они исчезают), основной период вегетации — апрель — май. В июле — августе большинство пустынных кустарничков находится в состоянии покоя, в сентябре их вегетация возобновляется, а во второй половине октября они засыхают.

В пустынях казахстанского типа высотно-поясной ряд начинается низкогорными, преимущественно полынными пустынями (до 800 м). В среднегорном ярусе на внешних склонах до 1200 — 2000 м доминируют горные ковыльные степи, переходящие в пояс, представленный

сочетанием разнотравно-злаковых лугов, ковыльно-разнотравных . степей, кустарников и местами лесов из тяньшаньской ели (до 2700 — 3000 м); на внутренних склонах горные полупустыни (до 1800 м) сменяются типчаковыми степями (до 2700 м). Высокогорья начинаются субальпийскими лугами, чередующимися с арчевниками, горными степями и каменистыми обнажениями (до 3000 — 3400 м), выше — альпийские луга среди скал, осыпей, снежников (до 3400— 3500 м), переходящие в субнивальный пояс, и ледники. В суббореальных пустынях Центральной Азии пояс горных пустынь поднимается до 1600 м, выше расположены горные полупустыни (до 2300 м), горные степи (до 3500 м), кобрезиевые пустоши, субнивные каменистые россыпи и ледники.

В Северной Америке суббореальные пустыни распространены в барьерной тени Каскадных гор и Сьерры-Невады. Для них характерны разреженные кустарниковые сообщества из полыни трех-зубчатой на серо-бурых почвах. В марте-апреле вегетируют эфемеры. В южном полушарии аналоги описанных типов ландшафтов практически не выражены.

**Суббореальные южные гумидные («полусубтропические») ландшафты.**

На западе Евразии ландшафты этой группы образуют переходную зону между зонами широколиственных лесов и средиземноморской и могут быть названы субсредиземноморскими. Запасы тепла здесь значительно выше, чем в типичных суббореальных ландшафтах ( $\Sigma t_{10}$  до 4500° С), зима теплее ( $t_1$  выше 0° С), но низкий абсолютный минимум температур (до —20° С, местами ниже) препятствует произрастанию вечнозеленых деревьев. Основные лесообразующие породы — теплолюбивые виды листопадных дубов, каштан и др. Под их пологом возможно произрастание вечнозеленых кустарников (самшит, падуб и др.). Теплая зима способствует интенсивному выветриванию, ферраллитизации и формированию коричневых почв, близких к средиземноморским.

Изменения в степени континентальности и увлажнения определяют наличие нескольких типов субсредиземноморских ландшафтов: 1) западноевропейские приатлантические с очень ровным и влажным климатом ( $K_k=5$ ,  $r$  — около 1000 мм); 2) центральноевропейские умеренно и типично континентальные ( $K_k=6\div 8$ ,  $r=500\div 700$  мм), местами с признаками остепнения; 3) колхидские и гирканские экспозиционные ( $K_k=6\div 7$ ,  $r$  — свыше 1500 мм), с лесами богатого флористического состава, подзолисто-желтоземными почвами на равнинах, желтоземами и красноземами в предгорьях.

В сезонном ритме у субсредиземноморских ландшафтов много общего с суббореальными гумидными, но зимний период покоя значительно сокращается, а летом резче выражен дефицит влаги (за исключением колхидских ландшафтов).

Для гор типичен следующий спектр высотных поясов: 1) низко-горный лесной субсредиземноморский с богатыми широколиственными лесами и вечнозеленым подлеском (до 800 — 1000 м); 2) нижний

среднегорный буковых лесов, также с вечнозеленым подлеском (до 1000 — 1600 м), 3) верхний среднегорный темнохвойный (до 1800 — 2000 м), 4) нижний высокогорный субальпийский с криволесьем, зарослями рододендронов, высокотравными лугами (до 2300 — 2600 м), 5) верхние пояса — альпийский луговой, субнивальный и горноледниковый.

Аналоги описанных ландшафтов, преимущественно горные барьерно-дождевого характера, можно наметить на тихоокеанском побережье Северной и Южной Америки, а также в Тасмании и Новой Зеландии. Обычно они очень нечетко отделяются от типичных суббореальных гумидных ландшафтов.

На востоке Евразии, в полосе вдоль среднего и нижнего течения Янцзы выделяется особый, восточнокитайский тип ландшафтов рассматриваемой зональной серии. Климат здесь муссонный континентальный ( $K_k=8$ ) с большими запасами тепла ( $\Sigma t_{10}>5000^\circ\text{C}$ ) и обильными осадками ( $r=1000\div1300$  мм), преимущественно летними. Зима относительно холодная для данных широт ( $t_1=2\div5^\circ\text{C}$ ;  $t_{\min}$  до  $-(10\div14)^\circ\text{C}$ ). В богатых по видовому составу лесах верхний ярус образован листопадными породами, а нижний — вечнозелеными. Зональные почвы — желто-коричневые, слабокислые, насыщенные основаниями. Нижний ярус гор (до 1000 м) занят листопадными (преимущественно дубовыми) лесами с участием субтропических видов; выше (до 2500 м) — среднегорный пояс лесов из листопадных пород и сосны, переходящий в горную (в основном пихтовую) тайгу. Выше 3500 м господствуют заросли кустарников, кобрезиевые и осоковые луга.

К «полусубтропическим» можно отнести лесные приаппалачские ландшафты примерно к югу от  $40^\circ$  с.ш. ( $K_k=8$ ,  $\Sigma t_{10}$  — около  $4800^\circ\text{C}$ ,  $r>1000$  мм) с полидоминантными листопадными широколиственными лесами, в которых присутствуют магнолия, лавр благородный и некоторые другие вечнозеленые деревья.

#### **Суббореальные южные семигумидные (лесостепные) ландшафты.**

Ландшафты этой группы близки к типичным суббореальным лесостепным и связаны с ними очень постепенными переходами. Отличия обусловлены увеличением как запасов тепла ( $\Sigma t_{10}=3600\div4800^\circ\text{C}$ ), так и влаги ( $r=600\div1000$  мм), но в силу увеличения испаряемости коэффициент увлажнения остается ниже 1,0. Сюда следует отнести южную часть североамериканских «прерий» (в низовьях Миссисипи и Миссури), где в прошлом господствовали высокотравные злаковники с участием бородача, а по долинам рек — леса и рощи из дубов и гикори (*Carya*); плакорные почвы — брүниземы — черноземовидные, с признаками перехода к бурым лесным. Активный период годового цикла с температурами выше  $10^\circ\text{C}$  длится здесь около 200 дней; зимой средние температуры отрицательные, но устойчивого снежного покрова обычно не бывает.

К особому типу, не имеющему близких аналогов, следует отнести ландшафты Великой Китайской равнины и прилегающих гор. Климат здесь типично муссонный, континентальный и резко конти-

ментальный, с довольно холодной и очень сухой зимой ( $t_1 = -(1 \div 10)^\circ \text{C}$ ;  $t_{\min}$  — до  $-30^\circ \text{C}$ , местами ниже) и жарким летом ( $t_2 = 25 \div 26^\circ \text{C}$ ). Осадки выпадают в основном летом; весной обычны засухи. На плакорных равнинах до их сплошного освоения, вероятно, произрастали сухие остепненные леса из разных видов дуба и китайской сосны. Почвы имеют черты сходства с коричневыми.

**Суббореальные южные семиаридные (степные) ландшафты.** Эта переходная группа представлена в более южных частях степных зон Евразии и Северной Америки и характеризуется всеми типичными чертами описанных суббореальных степей. Повышенная теплообеспеченность сказывается, в частности, в участии южных видов злаков (бородач, иногда темеда) в степном травостое. Наиболее своеобразны восточноазиатские муссонные степи бассейна Хуанхэ (Лёссовое плато). Они характеризуются исключительно сильной эродированностью, специфическими почвами «хэйлуту», близкими к каштановым, но с признаками сероземов и коричневых почв.

По характеру увлажнения ( $K_y = 0,5 \div 0,7$ ) к этой же группе должны быть отнесены центральнозакавказские, преимущественно горные ландшафты, лежащие в области перехода от субсредиземноморских ландшафтов к пустынным. Для предгорий характерны вторичные заросли колючих кустарников, бородачевые степи, аридные редколесья, переходящие в нижнем ярусе гор (до 1000 — 1100 м) в леса из грузинского дуба; в среднегорном ярусе преобладают буковые леса (до 1800 — 2300 м).

**Суббореальные южные экстрааридные (пустынные) ландшафты.** В центре Евразии хорошо выражены два типа пустынь, переходных от суббореальных к субтропическим: туранские ( $K_k = 9$ ;  $\Sigma t_{10} = 4000 \div 5200^\circ \text{C}$ ,  $r = 100 \div 150$  мм,  $K_y = 0,05 \div 0,10$ ) и таримские ( $K_k = 10$ ;  $\Sigma t_{10} = 4500 \div 6000^\circ \text{C}$ ;  $r < 100$  мм,  $K_y < 0,05$ ). В туранских пустынях наблюдается зимне-весенний максимум осадков; в растительном покрове наряду с полынями и солянками большую роль играют весенние эфемеры и эфемероиды (луковичный мятлик, узколистная осочка). Для песчаных массивов характерны белосаксаульники (фитомасса у них около 27 т/га, продуктивность — 7,5 т/га), в долинах транзитных рек — тугайная растительность (тополь, лох и др.). Типичные почвы — светлые сероземы, малогумусные (1,0 — 1,5%), с большим содержанием карбонатов по всему профилю и растворимыми солями в его нижней части.

Зима короткая, с возможностью кратковременного снежного покрова с середины или конца декабря до середины — конца февраля; случаются морозы до  $-30^\circ \text{C}$ . В марте — апреле эфемеры и эфемероиды создают зеленый аспект. С июня по октябрь или ноябрь длится засуха, рост полыней прекращается в конце июня — начале июля. Осенью количество осадков несколько возрастает, и температурные условия позволяют травам вегетировать до конца ноября — середины декабря, а в отдельные годы осочка и мятлик вегетируют в течение всей зимы.

В туранских горах нижний ярус занят поясом эфемерово-полынных пустынь (до 800 — 1000 м). В нижнем подъярусе среднегорий (до

1500 — 2000 м) сочетаются крупнотравные эфемероиды, фисташковые редколесья, арчевники. Выше на влажных склонах расположены «полусаванны» с гигантскими зонтичными (юган, ферула), заросли кустарников, фрагменты листопадных (из ореха, яблони, алычи) и хвойных (из тяньшаньской ели) лесов (до 2500 — 2800 м). На внутренних склонах среднегорий (до 3500 м) господствуют типчаковые степи со стелющимися арчевниками, зарослями колючих трав. Высокогорья имеют тот же характер, что и в типичных суббореальных пустынях, но границы поясов смещаются вверх. Снеговая граница в пустынных районах поднимается до 4400 м. Таримские пустыни наиболее аридные. Здесь обширные площади заняты каменистыми хамадами и массивами подвижных песков, практически лишенных растительного покрова. Горные пустыни поднимаются до 2400 — 2800 м. Над ними — пояс горных полупустынь с разреженным покровом из ковыльков и пустынных кустарничков (до 2500 — 3200 м). Выше следует пояс горных степей (до 3500— 3800 м). В высокогорьях кобрезиевые пустоши переходят в субнивальные каменистые россыпи с редкими подушковидными растениями. Снеговая линия лежит выше 4000 — 4200 м.

### **Субтропические ландшафты**

Понятие «субтропики» предполагает достаточно высокий уровень теплообеспеченности ( $r=2000—3000 \text{ МДж/м}^2$ ,  $\Sigma t_{10}=4600—5000÷8000^\circ \text{C}$ ) и при этом достаточно теплую зиму ( $t_1$  не ниже  $— 5^\circ \text{C}$ ,  $t_{\min}$  не ниже  $— (10÷15^\circ \text{C})$ ), так что вегетация возможна почти круглый год и деревья сохраняют зеленую листву в холодное время. Что касается условий увлажнения, то они варьируют в таком же широком диапазоне, как и в суббореальных ландшафтах, т. е. от гумидных до экстрааридных.

**Субтропические гумидные (влажные лесные) ландшафты.** Характерны для восточных окраин материков в обоих полушариях. Климат формируется под влиянием океанического пассата, часто усиливаемого муссонным или экспозиционным эффектом. Лето жаркое ( $t_2=24÷28^\circ \text{C}$ ), зима теплая ( $t_1=5÷12^\circ \text{C}$ ), осадков выпадает не менее 1000 мм в год. Зональный тип растительности — богатые полидоминантные вечнозеленые широколиственные леса. В животном мире сочетаются виды, присущие суббореальным и тропическим лесам. Очень много беспозвоночных, существующих как за счет живой растительной массы, так и отмерших органических остатков. Биологический круговорот протекает очень активно. Органическое вещество интенсивно разлагается и минерализуется на протяжении всего годового цикла, так что в почве накапливается мало гумуса (чаще 1,5 — 2,0%). Зональные почвы — желтоземы и красноземы — отличаются незначительной емкостью поглощения, низким содержанием обменных оснований, азота и фосфора, высокой кислотностью ( $\text{pH} = 4,0 — 5,0$ ).

Различаются пять типов субтропических гумидных ландшафтов. Восточноазиатский тип имеет ясно выраженный муссонный умеренно

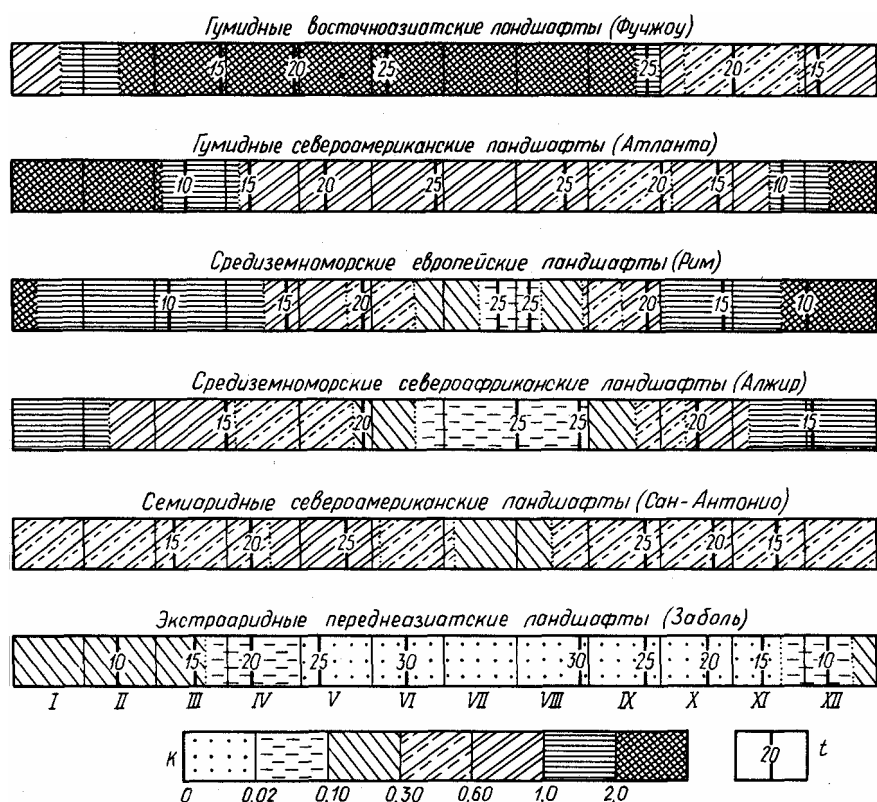


Рис. 51. Режим тепла и увлажнения в субтропических ландшафтах:  
 $K$  — коэффициент увлажнения,  $t$  — переходы средних суточных температур

континентальный ( $K_k=7$ ) характер. В островном (японском) варианте сезонные контрасты в увлажнении смягчаются по сравнению с континентальным (восточнокитайским) вариантом, где зимой или осенью может наблюдаться недостаток атмосферной влаги (рис. 51). В составе богатейших вечнозеленых лесов представлены многие виды из лавровых, сотни видов дуба, многочисленные мезозойские и третичные реликты из хвойных. Характерны лианы и эпифиты. В лесах Японии запасы фитомассы составляют 240 — 480 т/га, а в криптомериевых лесах — 1200 — 1700 т/га. Годичный прирост — около 12, реже до 20 — 23 т/га. На юге Китая растительность вегетирует круглый год, на остальной территории зимой некоторые кустарники сбрасывают листву, высыхает травяной покров. На Японских островах с декабря по март значительная часть осадков выпадает в виде снега.

Пояс вечнозеленых лесов занимает низкогорья — до 400—



800 м на Японских островах, 1000 — 1200 м — в континентальной части Восточного Китая, 1500 м — на Тайване. На континенте выше расположены пояса смешанных листопадно-вечнозеленых лесов (до 1500 — 1600 м), хвойно-широколиственных лесов (до 3000 м), темнохвойных лесов (до 4000 — 4300 м), зарослей вечнозеленых рододендронов и высокорных лугов. На Японских островах среднегорный ярус представлен поясами листопадных широколиственных лесов (до 1500 — 1600 м) и темнохвойных лесов (до 2400 — 2800 м), высокогорный — фрагментами пояса верещатников.

Североамериканские (приатлантические) субтропические гумидные ландшафты отличаются от восточноазиатских более равномерным режимом осадков, но во внутренних районах летом ощущается их некоторый недостаток, наблюдается повышенная континентальность ( $K_k=8$ ;  $t_{\min}$  до —  $(20\div 25^\circ \text{C})$ ). В растительном покрове преобладают леса из разных видов сосен с участием вечнозеленых дубов, гикори, магнолии, лавра и др.

Южноамериканские аналоги этого типа характеризуются обилием и относительно равномерным выпадением осадков; вечнозеленые леса сложного состава на высоте около 400 м сменяются разреженными араукариевыми лесами.

В Южной Африке ландшафты гумидных субтропиков занимают неширокую прибрежную полосу у подножья Драконовых гор и имеют экспозиционно-дождевой характер. В лесах — несколько видов хвойного ногоплодника (*Podocarpus*), древовидный папоротник, пальмы, лианы, эпифиты.

В субтропических широтах юго-восточной окраины Австралии, на севере Новой Зеландии, отчасти в Тасмании также сказывается барьерный эффект. В субтропических лесах Новой Зеландии известно более 100 древесных пород, в том числе ногоплодники, вечнозеленые лиственные, пальмы, много лиан и эпифитов. На материке верхний ярус «дождевых» субтропических лесов образуют гигантские эвкалипты, во втором ярусе — различные вечнозеленые широколиственные, хвойные, древовидные папоротники, саговники; широко представлены лианы и эпифиты.

**Субтропические семигумидные и семиаридные ландшафты с зимними осадками (средиземноморские).** Западная периферия материков в субтропических широтах летом находится в сфере воздействия сухого континентального пассата и испытывает в этот период резкий дефицит влаги. Осадки связаны в основном с циклонами полярного фронта и выпадают в холодную половину года, когда они наиболее эффективно могут использоваться растительностью, поскольку потери на испарение сокращаются, а температурные условия допускают вегетацию. Поэтому, несмотря на низкий годовой коэффициент увлажнения (от 0,3 — 0,4 до 1,0), здесь возможно произрастание лесной растительности. Влияние зимних циклонов в большой мере зависит от орографии и наиболее ощутимо на наветренных склонах хребтов и в узкой приморской полосе, причем количество осадков колеблется в широких пределах (400 — 1000 мм).

Классический пример подобных условий — полоса суши, примы-

кающая к берегам Средиземного моря ( $K_k=6\div 8$ ), откуда ландшафты этого типа получили название средиземноморских. Здесь можно выделить два подтипа — северный, преимущественно семигумидный ( $\Sigma t_{10}=4500\div 6000^\circ \text{C}$ ,  $t_1=7\div 10^\circ \text{C}$ ,  $t_{\min}=-(10\div 15)^\circ \text{C}$ ) и южный, в основном семиаридный ( $\Sigma t_{10}=6000\div 7500^\circ \text{C}$ ,  $t_1=10\div 14^\circ \text{C}$ ;  $t_{\min}=-(1\div 3)^\circ \text{C}$ ). Естественный покров образован жестколистными (склерофильными) вечнозелеными деревьями и кустарниками, способными переносить летнюю засуху. Наиболее характерные представители — каменный дуб (*Quercus ilex*) для северного подтипа, дикая маслина (*Olea europaea*) и рожковое дерево (*Ceratonia siliqua*) — для южного. Леса почти полностью исчезли, на их месте широко распространены заросли вечнозеленых кустарников (маквис). Запасы биомассы в лесах каменного дуба относительно невелики (более 300 т/га), продуктивность также невысока (около 7 т/га). Опад быстро разрушается. В почве зимой происходит интенсивное химическое выветривание с образованием вторичных минералов и оглинением; в нижней части профиля накапливаются карбонаты, которые в сухой летний период поднимаются по капиллярам. Типичные коричневые почвы — нейтральные или слабощелочные, богатые основаниями, с 4 — 7% гумуса.

Сухой сезон продолжается с июня по август на севере, с апреля по сентябрь — на юге (рис. 51), функционирование геосистем в это время ослаблено; верхние горизонты почвы иссушаются. Большинство древесных пород, а также многие кустарники, имеющие мощную корневую систему, продолжают зеленеть, но у некоторых листья свертываются и частично опадают к концу лета. В октябре начинаются осенние дожди. Снег выпадает не ежегодно и, как правило, не образует покрова. Эпизодические морозы затормаживают развитие растений, но большинство из них продолжает зеленеть всю зиму.

Типично средиземноморский характер сохраняют ландшафты низкогорного яруса — до 200 — 300 м на северной окраине, до 1200 — 1300 м — на юге (в Атласе). В нижнем подъярусе среднегорий субсредиземноморский пояс с лесами из листопадных деревьев с вечнозеленым подлеском (до 600 — 800 м на севере, 1300 — 1500 м на юге, в Атласе местами до 1800 — 2000 м); выше — горный аналог суббореальных ландшафтов, преимущественно с буковыми лесами (до 1500 — 2100 м, но на юге этот пояс выпадает), затем — аналог бореальных ландшафтов с пихтовыми, еловыми, на юге — кедровыми лесами (до 2000 — 2500 м). Для высокогорий характерны ксерофитные кустарники, колючеподушечники, можжевельниковые редколесья, реже — горные луга.

В Северной Америке к средиземноморскому типу следует отнести узкую полосу вдоль тихоокеанского побережья у подножья Береговых хребтов с очень ровным климатом ( $K_k=2\div 4$ ), прохладным летом и постоянно высокой влажностью воздуха. Более гумидный северный подтип примечателен лесами из секвойи вечнозеленой (*Sequoia sempervirens*) — гигантского дерева, создающего максимальные известные запасы фитомассы (до 4250 т/га); годовичная

продукция — до 27 т/га. Южный подтип — семиаридный, со склерофильными лесами из многих видов дуба и кустарниками (чапараль) .

В Южной Америке ландшафты средиземноморского типа занимают небольшую площадь у западных подножий Анд. Склерофильные древесные и кустарниковые сообщества очень своеобразны; в них представлены виды из лавровых, магнолиевых, сумаховых и др., встречаются рощи из эндемичной слоновой, или медовой, пальмы (*Jubaea spectabilis*)

Капские ландшафты на крайнем юге Африки характеризуются всеми типичными особенностями средиземноморского климата и богатейшими по видовому составу склерофильными растительными сообществами, в которых участвует несколько тысяч эндемиков и множество третичных реликтов. Леса почти не сохранились, господствует «финбош» — аналог маквиса. Плохо сохранилась и богатая фауна.

В Австралии ландшафты средиземноморского типа занимают крайний юго-западный выступ материка. Здесь много эндемичных видов, родов и даже семейств растений. Типичны леса из склерофильных эвкалиптов с кустарниковым ярусом, в котором много представителей протейных. Своеобразно животное население с многими сумчатыми (кенгуру, муравьед и др.).

**Субтропические семигумидные (лесостепные) ландшафты.** Влажные лесные субтропические ландшафты восточных секторов континентов по мере сокращения увлажнения в направлении к центру суши переходят в семигумидные ландшафты ( $r=600\div 1000$  мм,  $K_y = 0,5\div 0,8$ ), преимущественно с летним максимумом осадков. Континентальность климата несколько повышается (обычно  $K_k=8$ ). Растительный покров довольно разнообразен (редколесья, саванны, высокотравные прерии) и может рассматриваться как субтропический аналог лесостепи.

В субтропической Азии переход от влажной восточной периферии к аридному центру приурочен к высокогорьям восточной окраины Тибетского нагорья, и его можно проследить лишь в наличии смешанных и переходных спектров высотной поясности; в частности, заросли вечнозеленых рододендронов и высокотравные луга замещаются здесь листопадными кустарниками, кобрезиевыми пустошами, разреженными подушечниками.

В Северной Америке зона влажных субтропических лесов окаймлена на западе полосой своеобразной лесостепи, в которой высокотравные субтропические степи с преобладанием бородача на черноземовидных почвах (близких к брioniиземам) чередуются с разреженными и низкорослыми дубовыми лесами.

В Южной Америке ландшафты аналогичного типа распространены севернее Ла-Платы. Климат здесь относительно мягкий ( $K_k=6—7$ ) и влажный ( $r=1000—1400$  мм,  $K_k$  — близок к 1,0). Растительность имеет характер саванны с низкорослым разреженным древостоем из вечнозеленых и листопадных пород и злаковым покровом или высокотравной разнотравно-злаковой степи с кустарниками и остатками лесов (зонтиковидная акация, колючие прозописы и др.). Почвы — темноцветные брioniиземы.

На юго-востоке Австралии семигумидные субтропики характеризуются редкостойными эвкалиптовыми лесами с густым подлеском из склерофильных кустарников, переходящими в эвкалиптовые редколесья со злаковым покровом. Почвы — красновато-коричневые или красно-бурые, близкие к коричневым, малогумусные, с нейтральной реакцией и низкой насыщенностью основаниями.

**Субтропические семиаридные (степные) ландшафты.** Типичны для переходных восточных секторов субтропического пояса. По средним показателям увлажнения ( $r=400\div800$  мм,  $K_y=0,3\div0,6$ ) они сходны со средиземноморскими ландшафтами, однако здесь осадки выпадают в основном летом, когда они малоэффективны из-за высокой испаряемости. Существование лесов, как правило, исключено: преобладают степи или аридные редколесья.

Североамериканский тип семиаридных субтропиков хорошо выражен на крайнем юге Великих равнин. Климат здесь близок к резко континентальному. Хотя максимум осадков приходится на лето, они намного ниже испаряемости, и активный период ограничен в основном весенними месяцами (апрель — июнь). Фон растительного покрова создают низкие плотнoderновинные злаки — виды травы грама (*Bouteloua*), аристиды, месkitовая трава (*Hilaria cenchroides*), среди которых разбросаны колючие кустарники — месkitовое дерево (*Prosopis juliflora*), низкорослые акации, креозотовый куст (*Larrea*) и др. Почвы — красновато-бурые малогумусные (1,5 — 3,0%), с нейтральной или слабокислой реакцией и карбонатами в иллювиальном горизонте.

В Южной Америке к семиаридным субтропикам относятся равнины Параны — Ла-Платы (пампа) со степной дерновиннозлаковой растительностью (из ковылей и др.). По мере усиления сухости появляются ксерофильные деревца и кустарники (прозописы и др.). Почвы — черноземовидные малогумусные, широко развито содовое засоление. Начало вегетации в пампе — в конце сентября — первой декаде октября; в январе — феврале — период летнего полупокоя, в марте наблюдается оживление, после чего — переход к зимнему покою, трава высыхает.

В Южной Африке субтропические степи — «велд» — с густым и высоким злаковым покровом (темеда, бородач и др.) на черноземовидных горностепных почвах занимают плато Высокий Велд (1300—2000 м над ур. моря) и по существу должны рассматриваться как высотный пояс в зоне субтропических полупустынь.

В Австралии к субтропическому семиаридному типу следует отнести южные внутренние районы восточного сектора материка со склерофильными эвкалиптовыми редколесьями, под пологом которых растут невысокие акации, казуарины. С усилением аридности они переходят в низкие акациевые редколесья и дерновиннозлаковые сообщества их ковыля, дантонии, темеды.

**Субтропические аридные (полупустынные) ландшафты.** Эта группа тяготеет к западным секторам субтропического пояса, где сохраняется средиземноморский режим осадков с зимним максимумом, но годовое количество осадков сокращается до 300 — 200 мм,

а  $K_y=0,3\div 0,2$ . Присредиземноморский тип ландшафтов этой серии представлен фрагментами в барьерно-теневых условиях на юго-востоке Пиренейского полуострова и сплошной полосой — на севере Африки. Сухой период длится здесь с марта или апреля по сентябрь; господствуют разреженные сообщества из алжирского ковыля, или альфы (*Stipa tenatissima*), с участием полыней на серо-коричневых почвах.

Переднеазиатский тип аридных субтропиков образует продолжение средиземноморской зоны на восток. Преобладание горного рельефа обуславливает большую пестроту ландшафтов. Внутригорные впадины часто имеют резко континентальный пустынный характер с сообществами из полыней, солянок и значительным участием эфемеров и эфемероидов. Основной вегетационный период приходится на март — май, с июня до октября засуха, в октябре вегетация оживляется, но с конца ноября прекращается из-за низких температур. Почвы близки к сероземам или серо-коричневым; часты солончаки и бессточные соленые озера. Высотно-поясной спектр включает горные степи (до 1100 — 1500 м и выше), пояс сосновых лесов с участием листопадных дубов, высокогорные колючеподушечники и луга.

В Северной Америке выделяется калифорнийский тип субтропических аридных ландшафтов с резко выраженным средиземноморским режимом увлажнения и сообществами из ковылей и других дерновинных злаков с постепенным усилением роли пустынных кустарничков. В Южной Америке аналогом описанных типов служат ландшафты, лежащие к западу от пампы в дождевой тени Пампинских сьерр и Анд с ксерофитным редколесьем из прозописов и колючими кустарниками. В Южной Африке распространены субтропические полупустыни с низкими склерофильными кустарниками, дерновинными злаками и суккулентами; почвы — светло-бурые, нейтральные, малогумусные (0,5 — 1,0%), со скоплениями карбонатов в нижних горизонтах. В Австралии к субтропическим полупустыням можно отнести ландшафты юго-запада материка, образующие переход от средиземноморского типа к субтропическим пустыням. Ксерофитные эвкалиптовые редколесья переходят в «малли-скраб» — разреженные заросли кустарниковых эвкалиптов; много замкнутых впадин с пересыхающими озерами и солончаками.

**Субтропические экстрааридные (пустынные) ландшафты.** Пустыни расположены во внутренних секторах субтропического пояса, нередко выходя к западным побережьям материков. Климат резко и крайне континентальный ( $K_k=9\div 10$ ), с большими запасами тепла ( $\Sigma t_{10}$  — до 8000° C,  $t_1=8\div 12^\circ$  C,  $t_2$  — до 32 — 34° C), хотя зимой обычны заморозки ( $t_{\min}$  до — 10° C). Увлажнение резко недостаточное ( $r$  — менее 200 мм, часто менее 100 мм;  $K_y$  — обычно ниже 0,05, реже до 0,10), в режиме осадков обычно сказывается средиземноморский тип. Характерны дефляция, деятельность временных водотоков, накопление обломочного материала и солей. Растительный покров крайне разреженный, хотя по составу богаче, чем в суббореальных пустынях. В животном мире представлены разнообраз-

ные обитатели открытых пространств, в том числе грызуны и копытные; много птиц, пресмыкающихся, насекомых.

В Евразии к этой группе относятся пустынные ландшафты переднеазиатского типа, занимающие большую часть Иранского — нагорья. Преобладают разреженные сообщества полыней, солянок, псаммофитов и галофитов. Обширные впадины заняты солончаками. Вегетация начинается обычно в феврале, а к концу мая эфемеры и другие травянистые растения выгорают. С июня по сентябрь практически не бывает дождей. Нижний пояс гор (до 1800÷2400 м) занимают полынно-эфемеровые пустыни с сообществами нагорных ксерофитов. Выше следует пояс можжевельников редколесий, нагорных ксерофитов, местами — степей. В высокогорьях появляются фрагменты остепненных лугов.

В Северной Африке предсахарские субтропические пустыни постепенно, без четкого перехода, сливаются с тропическими пустынями Сахары. В Северной Америке между субтропическими и тропическими пустынями также нет четкой грани. Первые отличаются исключительно аридным крайне континентальным климатом, разреженными сообществами креозотова куста (*Larrea*). Южноамериканские субтропические пустыни занимают межгорные впадины и предгорья в дождевой тени Анд с зарослями колючих кустарников, солончаками, солеными озерами. Южноафриканские экстрааридные субтропики выходят к берегам Атлантического океана. Приокеанические пустыни отличаются сравнительно прохладным летом, высокой относительной влажностью воздуха, частыми туманами. Основу растительности составляют суккуленты. Субтропические пустыни Австралии примыкают к Большому Австралийскому заливу. Здесь доминируют галофитные кустарнички (прутняк, лебеда) на маломощных серо-бурых карбонатных, в нижних горизонтах засоленных и загипсованных почвах.

### **Тропические и субэкваториальные ландшафты**

Тропический пояс характеризуется пассатной циркуляцией и преобладанием крайнеаридных (пустынных) ландшафтов. Лишь в восточных секторах благодаря воздействию океанических пассатов и муссонов появляются ландшафты гумидных, а также переходных типов. Здесь наиболее ярко выражена смена типов ландшафтов по долготе. В субэкваториальном поясе сезонные колебания общей циркуляции атмосферы обуславливают смену сухих тропических воздушных масс (в зимние месяцы) и влажных экваториальных (в летнюю часть года). Отсюда следует резкая сезонность увлажнения и всех природных процессов. Типы ландшафтов — аридные, семигумидные, семиаридные и гумидные — сменяют друг друга по широте, т.е. с приближением к экватору. По теплообеспеченности тропические и субэкваториальные ландшафты близки. Хотя годовой радиационный баланс в первых составляет 2500 — 3000 МДж/м<sup>2</sup>,

а во вторых — 3000 — 3300 МДж/м<sup>2</sup>, в субэкваториальном поясе значительно возрастают затраты на испарение и теплоотдача в атмосферу сокращается. Поэтому суммы активных температур одного порядка (8000 — 10500° С), лето в равной мере жаркое ( $t_2$  — не ниже 25 — 28° С, а в аридных ландшафтах — выше 30° С), но зимой различия заметнее (в субэкваториальных ландшафтах  $t_1=20\div26^\circ\text{С}$ , в тропических на периферии снижается до  $15\div12^\circ\text{С}$ , в отдельные годы возможны заморозки). Разделение тропических и субэкваториальных ландшафтов не всегда четко прослеживается — особенно в переходных типах, которые далее будут рассмотрены как субэкваториально-тропические.

**Тропические экстрааридные (пустынные) ландшафты.** Классический пример ландшафтов этой зональной группы — пустыни сахароаравийского типа. Сухость и континентальность тропического климата выражены здесь в своих крайних формах ( $K_y<0,02$ ,  $K_k=10$ ). В центральных районах Сахары осадки могут не выпадать годами, и средняя многолетняя норма местами лишь около 1 мм при годовой испаряемости до 5000 мм. Характерны громадные массивы эоловых песков, каменисто-щебнистые хамады, солончаковые впадины. Растительность представлена разомкнутыми группировками из многолетних ксерофитных кустарников и злаков (главным образом аристиды). Запасы фитомассы — менее 1 т/га, продуктивность — не более 0,5 — 1,0 т/га. Животный мир беден: немногочисленные млекопитающие (грызуны, копытные, хищники), пресмыкающиеся, птицы; сравнительно многочисленны насекомые. Миграция растворимых солей приводит к образованию известково-гипсовых кор. Почвы на огромных пространствах не развиты. Сезонный ритм выражен слабо (рис. 52)

В сахаро-аравийских пустынях различаются три подтипа ландшафтов: 1) северный, переходный к субтропикам ( $\Sigma t_{10}=7500\div9000^\circ\text{С}$ ;  $t_1$  — от 8 — 10 до  $15^\circ\text{С}$ ;  $t_{\min}$  — до  $3^\circ\text{С}$ ,  $r=10\div25$  мм), с представителями средиземноморской растительности у временных водотоков и участием весенних эфемеров; 2) центральный ( $\Sigma t_{10}=9000\div10000^\circ\text{С}$ ;  $t_1 = 15\div20^\circ\text{С}$ , ночные заморозки не ежегодны;  $r$  — до 10 мм), со злаковыми группировками (просо, аристида), редкими кустами акации, ежевника, карликового саксаула; 3) южный ( $\Sigma t_{10}=10000\div11000^\circ\text{С}$ ;  $t_1=20\div25^\circ\text{С}$ ;  $t_2$  до  $35\div37^\circ\text{С}$ , заморозки отсутствуют,  $r$  — до  $100\div150$  мм), с разреженным покровом из ксерофитных злаков и единичными колючими кустарниками.

Низкогорья сахаро-аравийских пустынь — горная хамада с редкими колючими кустарниками и ксерофитными злаками. Выше 1000 м появляются полыни, дикая маслина.

Своеобразны приатлантические типы северо- и южноафриканских пустынь с пониженной континентальностью ( $K_k=5\div6$ ) и теплообеспеченностью ( $\Sigma t_{10}=7000\div8000^\circ\text{С}$ ), ничтожными осадками ( $r = 10\div50$  мм), но высокой относительной влажностью, туманами и обильной росой. Господствуют молочаи и другие суккуленты.

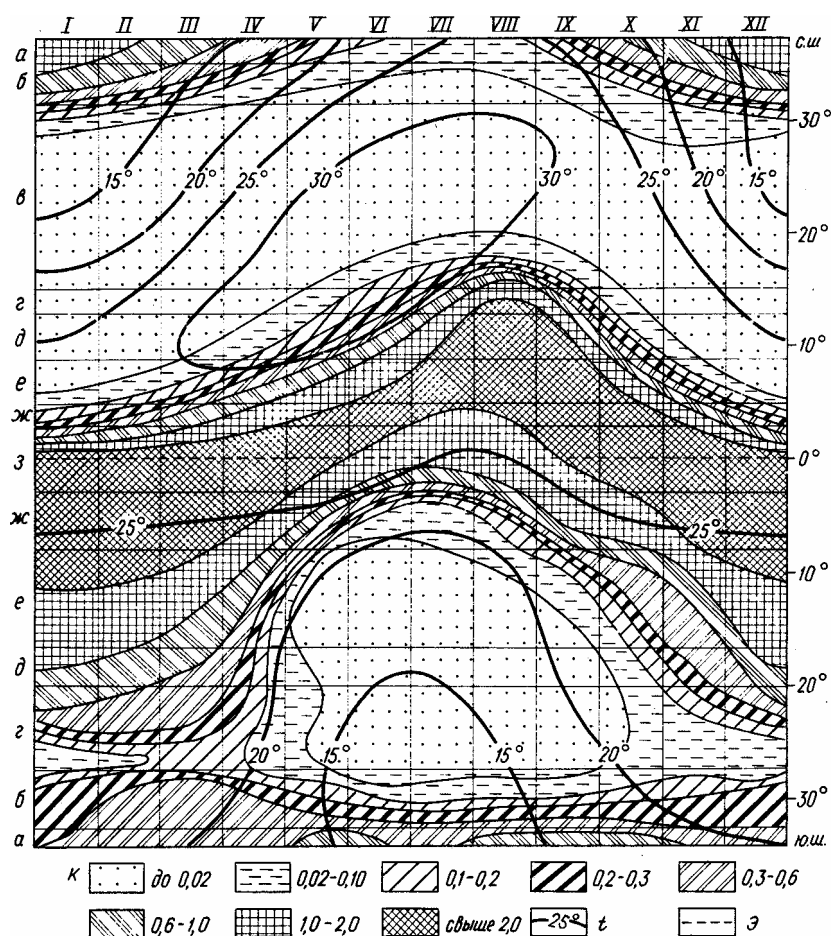


Рис. 52. Режим тепла и увлажнения в ландшафтах Африки (пространственно-временной трансект по линии Бизерта — Нджамена — Порт-Элизабет).

Типы ландшафтов: а — средиземноморские, б — субтропические полупустынные, в — тропические пустынные, г — опустыненно-саванновые, д — типичные саванновые, влажные саванновые, ж — субэкваториальные лесные, з — экваториальные лесные.  $K$  — коэффициент увлажнения;  $t$  — переходы средних суточных температур,  $\Delta$  — линия экватора

Аналоги этих пустынь — ландшафты притихоокеанской полосы п-ова Калифорния. Тропические пустыни Мексиканского нагорья из-за высокого гипсометрического положения отличаются пониженными запасами тепла ( $\Sigma t_{10}=6000\div 7000^{\circ}\text{C}$ ); в растительном покрове господствуют суккуленты — множество видов кактусов, юкки, агав и др. С высотой они переходят в горный аналог аридных субтропиков с мощным злаковым покровом, жестколистными кустарниками, акациями, юкками.



Южноамериканские тропические экстрааридные ландшафты тянутся вдоль тихоокеанского побережья и в основном относятся к типу приокеанических пустынь ( $K_k=5\div6$ ;  $\Sigma t_{10}=6000\div7000^\circ\text{C}$ ,  $r$  — не более  $5\div10$  мм). На прибрежной равнине растительный покров почти отсутствует, на высоте 500 — 600 м, в полосе туманов, появляются эфемеры, некоторые злаки, колючие кустарники. Весь высотный спектр имеет крайне аридный характер. Внутреннее плоскогорье Пуна (3600 — 4600 м) имеет резко континентальный экстрааридный климат; ландшафты относятся к подклассу высокогорных пустынь с разреженными ксерофитными кустарниками, подушковидными растениями, обширными солончаками.

Тропические пустыни занимают центральную часть материка Австралии. Обширные площади заняты грядовыми песками и каменистыми пустынями на реликтовых латеритных корках. Растительность представлена ксерофитными травяно-кустарниковыми сообществами, особенно типичны многочисленные виды акаций. Подобный характер покрова сохраняется и на склонах гор (высота их не превышает 1500 м).

**Субэкваториально-тропические аридные (опустыненно-саванновые) ландшафты.** Ближе к экватору, а также на восточной периферии тропические пустыни переходят в опустыненные саванны с жарким и сухим климатом ( $K_k=8\div10$ ;  $\Sigma t_{10}=9000\div10500^\circ\text{C}$ ;  $t_2=30\div34^\circ\text{C}$ ;  $r=200\div600$  мм;  $E=3000\div4000$  мм,  $K_y=0,1\div0,2$ ). Постоянных водотоков нет, но после ливней сухие русла превращаются в бурные потоки. Интенсивно проявляются физическое выветривание, дефляция, а в дождливый сезон — плоскостной смыв.

Известно несколько типов опустыненно-саванновых ландшафтов: североафриканские (сахельские), южноафриканские (калахарские), индостанские, центральноамериканские, бразильские, австралийские. Всем им присуща резкая сезонность увлажнения с длительным сухим периодом. Растительность характеризуется несомкнутым покровом из жестких ксерофильных злаков с редкими колючими кустарниками (для Сахеля и Калахари типичны аристида и акации с зонтиковидной кроной; для бразильской каатинги — сухие листопадные редколесья с колючими кустарниками и суккулентами, богатые эндемиками; в опустыненных саваннах Австралии на фоне злакового покрова разбросаны невысокие эвкалипты или акации). Запасы фитомассы — около 15 т/га, годовая продукция — около 4 т/га. Животное население разнообразно. Выделяются африканские саванны с кочующими копытными (антилопы, газели), многими птицами (в том числе страус) и др. Почвы — красно-бурые — формируются в условиях непромывного режима, слабого поступления органических остатков, медленного химического выветривания. Содержание гумуса — 0,2 — 0,3%, реакция почвенного раствора нейтральная,

в нижней части (где скапливаются карбонатные конкреции)— щелочная. Сухой сезон продолжается 8 — 10 месяцев: в северном полушарии с сентября или октября до июня. В Сахеле с ноября по апрель практически не выпадает дождей (рис. 52) . Травы в это время выгорают, большинство деревьев сбрасывает листья. К концу сезона (обычно в мае) устанавливается самая высокая температура воздуха. Дожди начинаются в июне, максимум осадков чаще бывает в августе, но уже в сентябре они идут на убыль. В южном полушарии сухой сезон в основном с апреля до ноября — декабря, дождливый — с декабря по март.

Система высотных поясов типично представлена на Эфиопском нагорье: 1) жаркий низкогорный с высокотравными саваннами и аридными листопадными редколесьями (до 1700 — 1800 м); 2) теплый, относительно влажный, но с хорошо выраженным сухим сезоном среднегорный с злаковыми саваннами и зарослями вечнозеленых кустарников (до 2400 м); 3) субальпийский с древовидными можжевельниками, злаковниками, гигантским зверобоем, древовидным вереском (до 3000 м); 4) альпийский с ксерофитными злаками и гигантскими лобелиями (до 3700 м); 5) каменистые россыпи вершин.

**Субэкваториально-тропические семиаридные (типичные саванновые) ландшафты.** Эта группа также представлена несколькими типами — североафриканским, индостанско-индокитайским, центральноамериканским, южноамериканским, южноафриканским, австралийским. По теплообеспеченности они мало отличаются от опустыненных саванн, но увлажнение выше ( $r=500\div1000$  мм,  $K_y=0,2\div0,5$ ), сухой сезон короче (6 — 8 месяцев) . Здесь существуют постоянные водотоки, осуществляющие энергичную эрозию; интенсивнее химическое выветривание. Преобладают злаковые сообщества с участием деревьев: в суданских саваннах среди сплошного покрова из бородача, гипаррении, темеды невысокие деревья разбросаны единично, группами, рощами, характерен баобаб; для Южной Африки типичны сухие редколесья мопане (*Colospermum mopane*); в типичных саваннах Бразильского плоскогорья — высокотравье, ксерофитные кустарники, редколесья со злаковым покровом и т.д. Запасы фитомассы — в среднем около 40 т/га, продуктивность— около 5 т/га в год. Наиболее богатый животный мир присущ африканским саваннам: много копытных — травоядных (антилопы, газели, зебра) и листоядных (слон, жираф, носорог), а также грызунов, летучих мышей, есть обезьяны, хищные (лев, леопард, гепард, гиена), разнообразны птицы, из насекомых типичны термиты, саранча. Зональные почвы — красно-бурые. В течение дождливого сезона они промачиваются, легкорастворимые соли и карбонаты удаляются, верхние горизонты обогащаются полуторными окислами железа, алюминия, марганца. Во время сухого сезона почвенные растворы поднимаются по капиллярам. Органические остатки быстро разлагаются и минерализуются, гумуса накапливается мало (0,5 — 1,0%).

Емкость поглощения низкая; реакция почвенного раствора нейтральная или слабокислая.

В суданской типичной саванне сухой сезон («зима») продолжается с ноября по март (рис. 52). Осадков в это время почти не выпадает. К декабрю деревья и кустарники сбрасывают листву, трава выгорает, часты пожары. В апреле — самая жаркая короткая сухая фаза («весна»); перед наступлением дождей зацветают деревья и кустарники, трогаются в рост травы. Дожливый сезон («лето») — с мая или июня по сентябрь. С началом дождей температура воздуха понижается, появляются листья на деревьях, интенсивно растут злаки, почва промачивается. В сентябре наблюдаются максимальные расходы рек, усиленная эрозия, плоскостной смыл. Осенью можно считать короткую фазу (в основном октябрь), когда дожди резко идут на убыль и температура воздуха повышается (вторичный максимум).

**Субэкваториально-тропические семигумидные (влажносаванновые, лесосаванновые) ландшафты.** Распространены в тех же регионах, что и предыдущие типы, но ближе к экватору и к восточным окраинам материков. Увлажнение возрастает ( $r=1000\div1500$  мм,  $K_y=0,5\div1,0$ ), сухой сезон сокращается до 5 — 6 месяцев. Существует развитая речная сеть; во многих районах в конце периода муссонных дождей бывают катастрофические наводнения. Характерны высокотравные саванны с группами деревьев, сбрасывающих листву в сухой сезон (гвинейский тип — в Северной Африке), или сухие редкостойные преимущественно листопадные леса: из тика (*Tectona grandis*) в Индостане, «миомбо» (виды *Brachystegia*) — в южноафриканском типе, смешанные (с участием вечнозеленых пород, местами пальм) — в бразильском типе; в североавстралийских аналогах этих ландшафтов — парковые леса из вечнозеленых эвкалиптов с густым злаковым покровом. Фитомасса сухих «саванновых лесов» — около 250 т/га, ежегодная продукция — около 17 т/га. Животный мир имеет в целом тот же характер, что и в типичных саваннах; особым богатством и большой биомассой копытных выделяются саванны Восточной Африки.

Почвенно-геохимические процессы характеризуются интенсивным разложением первичных минералов, вымыванием солей, накоплением гидратов окислов железа и алюминия. В сухой сезон в результате гидратации в почве образуются плотные железистые конкреции. Растительный опад быстро разлагается термитами и микроорганизмами. Зональные почвы — красные ферриаллитные или альферритные — слабокислые или кислые, с низкой емкостью поглощения, 2 — 4% гумуса, большим содержанием полуторных окислов и железистых конкреции в иллювиальном горизонте.

Сезонная структура в общем повторяет ритм, присущий типичным саваннам, но соотношение основных сезонов по времени изменяется (рис. 52). В ландшафтах «миомбо» сухой сезон — с мая по сентябрь, в июле и августе дождей практически нет. В сентябре

зацветают деревья и кустарники, максимум цветения приходится на переходный «весенний» сезон (октябрь — ноябрь), октябрь — самый жаркий месяц. Основной сезон дождей (лето) — декабрь — февраль; в это время появляются многочисленные временные водоемы. В марте — апреле дожди постепенно идут на убыль.

В высотно-поясных спектрах наблюдаются разнообразные переходы к более гумидным или более аридным типам — в зависимости от ветровой экспозиции. Для наветренных склонов индостанского типа (Гималаи) характерен следующий ряд: 1) низкогорные тиковые леса (до 1200 — 1500 м), 2) нижний среднегорный пояс лесов субтропического типа (с лавровыми и др.), переходящий в дубово-сосновые или листопадно-вечнозеленые леса (до 2500 — 3000 м), 3) верхний среднегорный пояс хвойных лесов (до 4000 м), 4) высокогорные криволесья, вечнозеленые кустарники, альпийские луга, 5) нивальный пояс (выше 5000 м).

**Тропические гумидные («дождевые» лесные) ландшафты.** Эта группа представлена типами: восточноазиатским (вдоль северного побережья Южно-Китайского моря), восточномадагаскарским, карибским, восточнобразильским, австрало-океанийским. Все они имеют преимущественно барьерно-дождевой характер и сходны по основным показателям ( $K_k=5\div6$ ,  $\Sigma t_{10}=8000\div9000^\circ \text{C}$ ,  $t_1=15\div24^\circ \text{C}$ ,  $t_2=26\div28^\circ \text{C}$ ;  $r=1500\div3000 \text{ мм}$ ;  $K_y=1\div3$ ). Обилие осадков обеспечивает интенсивный сток, активную эрозию, энергичное химическое выветривание. Растительный покров образован влажными вечнозелеными лесами с многоярусной структурой, богатого и разнообразного (специфического для каждого типа) флористического состава. Наличие у некоторых деревьев досковидных корней, каулифлории, обилие лиан и эпифитов создают сходство этих лесов с экваториальными, но они беднее и проще по структуре. Богатая лесная тропическая фауна принадлежит к разным зоогеографическим областям. Зональные красно-желтые почвы, часто формирующиеся на древней коре выветривания, кислые, сильно выщелоченные, нередко оподзоленные, ненасыщенные, обогащены окислами железа, алюминия, марганца, титана, с 2 — 3% гумуса.

Внутригодовой ритм в основном подчинен режиму увлажнения. В северном полушарии с апреля (мая) по сентябрь (октябрь) длится дождливый (и наиболее теплый) сезон. Зимняя часть года более прохладная и менее влажная, коэффициент увлажнения может опускаться ниже 1,0, но засухи не бывает, деревья не сбрасывают листьев.

Нижний ярус гор (до 1000 — 1400 м) обычно занят дождевыми тропическими лесами. Выше (до 2700 — 3000 м) — «пояс туманов» с максимальными осадками, сырыми низкоствольными моховыми лесами, с вечнозеленым подлеском, папоротниками, эпифитами. В высокогорьях осадки уменьшаются, появляются заросли рододендронов, верещатники, луга.

**Субэкваториальные гумидные (переменно-влажные лесные) ланд-**

**шафты.** Ландшафты этой серии расположены по периферии экваториальной зоны (в Южной и Центральной Америке, Центральной Африке, Юго-Восточной Азии). Климат жаркий ( $\Sigma t_{10}=9000\div 10000^\circ\text{C}$ ,  $t_1=24\div 28^\circ\text{C}$ ,  $t_2=26\div 30^\circ\text{C}$ ); осадки обильны ( $r>1500\div 2000$  мм, а в муссонных ландшафтах Юго-Восточной Азии, в барьерном подножии гор, до 3000 — 5000 мм;  $K_y>1$ , чаще 2 — 3), но с резко контрастным распределением по сезонам. В течение 2— 4 зимних месяцев месячная норма может падать до 5 мм и ниже. Сток интенсивный, с муссонным режимом. Энергично протекают химическое выветривание и денудация; широко распространены древние ферраллитные коры выветривания.

Растительный покров образован лесами сложного состава из листопадных (главным образом в верхнем ярусе) и вечнозеленых пород, образующих широкий спектр переходов от сухих саванновых лесов к постоянно влажным экваториальным. Быстрое разложение опада препятствует образованию подстилки и накоплению гумуса. Почвы — сильно выщелоченные и ненасыщенные красные ферраллитные со скоплениями железистых конкреции.

По сезонной структуре эти ландшафты близки к субэкваториальным семигумидным и семиаридным, но влажный сезон удлиняется до 6 — 8 месяцев, а сухой сокращается до 2 — 4, причем за счет обильных летних осадков в почве поддерживается увлажнение, достаточное для жизнедеятельности древесных пород (вечнозеленых).

На южном склоне Восточных Гималаев в силу ярко выраженной дождевой экспозиции количество осадков возрастает и листопадно-вечнозеленые леса сменяются влажными вечнозелеными тропическими. На высоте 1000 — 1200 м они переходят в пояс горных вечнозеленых субтропических лесов (до 1800 — 2000 м), над которым расположен пояс горных листопадно-вечнозеленых лесов субтропического типа (до 3000 м). Над ними лежит «пояс туманов» с хвойными лесами (до 3900 м). Высокогорье начинается субальпийским криволесьем, зарослями рододендронов, лугами (до 4900 м). Вершины гор покрыты ледниками.

### **Экваториальные ландшафты**

Ландшафты экваториальной зоны отличаются наиболее высоким для суши радиационным балансом ( $R$  — около 3500 МДж/м<sup>2</sup>, местами более 3750 МДж/м<sup>2</sup>) и постоянным обильным увлажнением ( $r$  — около 2000 мм, в барьерных условиях — до 4000 — 5000 мм;  $E$  — около 1000 мм;  $K_y>2$ ). Круглый год здесь господствуют влажные экваториальные воздушные массы; засушливого периода нет. Основная часть радиационного баланса (порядка 2500 МДж/м<sup>2</sup>) затрачивается на испарение и запасы тепла несколько ниже, чем в сухих субэкваториальных ландшафтах ( $\Sigma t_{10}= 9500\div 10000^\circ\text{C}$ ). Средние месячные температуры колеблются в пределах 26 — 28° С; суточная амплитуда температур (до 10—

15° С) выше, чем годовая;  $K_k = 5 \div 6$ . Не менее половины осадков расходуется на сток (годовой слой — более 1000 мм), развита густая и полноводная речная сеть. Однако сомкнутый экваториальный лес сдерживает поверхностный сток и денудацию. Энергичное химическое выветривание при длительно существующих благоприятных гидротермических условиях создало мощную (десятки метров) кору выветривания.

Наиболее обширную площадь занимают экваториальные ландшафты амазонского типа. Другие типы — центральноафриканский (гвинейско-конголезский), малайский и меланезийский (большая часть Новой Гвинеи и северные острова Меланезии). Им присущи густые многоярусные (до пяти древесных ярусов) богатейшие по флористическому составу вечнозеленые леса (гилея). На площади 1 га можно насчитать до 250 — 300 видов древесных пород. Верхний ярус имеет высоту до 60 м, отдельные деревья — до 80 — 90 м. Характерны лианы, эпифитные орхидеи и папоротники, растения-паразиты. Наибольшим видовым богатством выделяются леса Амазонии (40 000 видов растений, из них 3000 древесных). Запасы фитомассы в амазонской гилее — до 1000 т/га и более, ежегодная продукция — 30 — 50 т/га, в опад идет 10 — 25 т/га. Экваториальный лес потребляет около 2000 кг/га химических элементов за год. Значительная часть этого количества возвращается с опадом и вновь вовлекается в круговорот. Гилея — почти замкнутая система: минеральное питание растений осуществляется в основном за счет интенсивного биологического круговорота.

При разложении органических остатков образуется большое количество углекислоты и фульвокислот, способствующих интенсивному выщелачиванию легкорастворимых солей и карбонатов. Почвы (красноцветные или красно-желтые ферраллитные) обогащаются гидроокислами железа, алюминия и остаточным кварцем, но сильно обеднены обменными основаниями и гумусом (1,5 — 2,5%). Реакция почвенного раствора кислая (рН 3,0 — 5,5).

Животный мир экваториальных лесов разнообразен, особенно много растительноядных, а также потребителей мертвой древесины (термиты, тараканы). Основная масса животных сосредоточена в кронах (среди них человекообразные обезьяны — орангутан и гиббон в малайской гилее, горилла и шимпанзе — в центральноафриканской). Очень много птиц — насекомоядных, листоядных, плодоядных, хищных. Наземных позвоночных сравнительно мало (в малайских лесах встречаются индийский слон, двурогий носорог, чепрачный тапир, тигр, леопард, малайский медведь и др., в африканских — лесной слон, карликовый буйвол, мелкие антилопы, лесная свинья, леопард, в амазонских — лесные олени, мелкие антилопы, муравьеды, тапир, броненосец, ягуар, пума).

Сезонная ритмика в функционировании экваториальных ландшафтов практически не выражена (рис. 52).

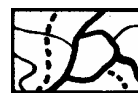
Структура высотной поясности в различных типах экваториаль-

ных ландшафтов в основных чертах сходна. Низкогорный ярус мало отличается от равнинных ландшафтов. Обычно различаются два подъяруса: 1) нижний (до 800 — 1000 м), занятый типичными экваториальными сообществами, нередко даже более богатыми, чем равнинные, и 2) верхний (до 1400 — 1500 м), в котором леса несколько обеднены, структура их проще, древостой ниже, но усиливается роль древовидных папоротников, эпифитов, есть густой подлесок. В среднегорье также можно выделить два подъяруса. В нижнем (до 2000 — 2800 м) обычно наблюдается максимум осадков, но температура заметно снижается, изредка возможны заморозки; преобладают вечнозеленые леса субтропического характера (с лавровыми, миртовыми и др.). В верхнем подъярусе — «пояс туманов», где развивается облачность (до 3000 — 3600 м, в экваториальных Андах местами до 3800 м), осадки несколько уменьшаются, но держится постоянно влажный и очень ровный климат; господствуют низкорослые леса и криволесья из субтропических вечнозеленых деревьев, часто с подокарпусами и другими хвойными, с обильными эпифитами, мхами и лишайниками.

В высокогорном ярусе количество осадков значительно сокращается, но влажность воздуха высока, температурный режим ровный. Обычно высокогорье начинается поясом вечнозеленых кустарников (*Rhododendron*, *Vaccinium*), верещатников, лугов, местами с зарослями бамбука и др. (до 3500 — 4000 м). В экваториальных Андах над этим поясом распространен пояс «парамос» (до 4500 — 4700 м) с покровом из дерновинных злаков (ковыль, бородач, вейник, овсяница), разнотравья и высокого (до 5 м) травянистого растения эспелетии. В Восточной Африке аналогом «парамос» служат заросли гигантских (до 10 м) крестовников и лобелий (до 4500 — 4800 м). На самых высоких вершинах появляются субнивальный и нивальный пояса. Снеговая граница лежит на высоте 4500 — 4800 м.

---

## 6. Физико-географическое районирование



### Сущность и содержание физико-географического районирования

Районирование как универсальный метод упорядочения и систематизации территориальных систем широко используется в географических науках. Существуют различные виды отраслевого природного районирования — климатическое, геоморфологическое, почвенное и т. д. Нас будет интересовать только комплексное физико-географическое, иначе ландшафтное, районирование, объектами которого являются конкретные (индивидуальные) геосистемы регионального уровня, или физико-географические регионы. Физико-географический регион — это сложная система, обладающая территориальной целостностью и внутренним единством, которое обусловлено общностью географического положения и исторического развития, единством географических процессов и сопряженностью составных частей, т. е. подчиненных геосистем низшего ранга.

Районирование можно рассматривать как особого рода систематику ландшафтов, и в этом отношении оно сходно с классификацией: в том и другом случаях речь идет об объединении ландшафтов. Но если при типологическом объединении ландшафтов мы руководствуемся их качественным сходством, независимо от того, как ландшафты расположены друг по отношению к другу и существуют ли между ними территориальные связи, то при региональном объединении первостепенное значение имеет территориальная общность, генетическая целостность территории, качественное же сходство не обязательно. Поэтому физико-географические регионы представляют собой целостные территориальные массивы, выражаемые на карте одним контуром и имеющие собственные названия; при классификации же в одну группу (тип, класс, вид) могут войти ландшафты территориально разобщенные, на карте они чаще представлены разорванными контурами.

При классификации ландшафтов, как и любых других объектов, приходится отбрасывать индивидуальную специфику каждого из них, выбирая общие признаки. При районировании, напротив, происходит «индивидуализация». Каждый регион уникален, в природе



нет второго Урала или второго Припятского Полесья. И чем выше ранг региона, тем он уникальнее, тем выше его индивидуальность. В типологической системе высшие категории по своему содержанию беднее низших, по мере подъема по таксономической лестнице индивидуальные различия все более стираются и растет уровень научной абстракции.

Однако между региональными и типологическими ландшафтными объединениями существует определенная связь. Она выражается уже в наличии таких «парных» понятий, как, например, «зона тайги» и «таежный тип ландшафтов». Эти понятия не тождественны, подобно тому, как не тождественны понятия «подзолистые почвы» и «зона подзолистых почв». Еще Л. С. Берг заметил, что каждой зоне присущи ландшафты одного типа. Подробно эта мысль не была развита, но она верно отражает сущность дела, хотя в действительности в природе могут наблюдаться и более сложные соотношения. Говоря о том, что та или иная зона характеризуется «своим» типом ландшафтов, надо иметь в виду, что однотипные ландшафты (тундровые или таежные, степные и т. п.) не обязательно заполняют всю зону, они лишь преобладают в ней. На территории той или иной зоны могут встречаться «острова» ландшафтов других типов — реликтовые или связанные со специфическими региональными условиями. Таковы, например, лесостепные острова в таежной зоне Восточной Сибири, широколиственнолесные ландшафты среди подтаежной зоны и т. д. Нередко ландшафты данного типа возникают далеко от основного массива «своей» зоны под влиянием барьерного фактора. Так, на северных склонах Большого Кавказа среди степной зоны появляются широколиственнолесные ландшафты центральноевропейского типа.

Известны ландшафтные зоны, образованные сочетанием двух типов ландшафтов (лесостепная). Некоторые типы ландшафтов вообще не образуют самостоятельных зон в строгом смысле этого слова, например так называемые ландшафты влажных субтропиков Закавказья. Они имеют типично барьерно-дождевое происхождение в пределах субсредиземноморской зоны. Фрагментарным размещением отличается большинство ландшафтов средиземноморского типа, а также тропических гумидных (влажнолесных) ландшафтов. Крупные регионы аazonального ряда могут быть охарактеризованы лишь сочетанием различных типов ландшафтов. Они нередко ассоциируются с теми или иными классами ландшафтов, но в пределах равнинных стран и областей часто встречаются ландшафты горного класса (например останцовые горные массивы в Туранской физико-географической стране), а в пределах горных стран — равнинные ландшафты. Многие физико-географические страны являются смешанными горно-равнинными (например Центрально-Европейская, Приамурско-Корейская). Районирование традиционно сводилось к процедуре деления некоторого целого (суши, материка, отдельной страны и т. д.) на

части; система полученных регионов рассматривалась как отражение процессов дифференциации географической оболочки. Сейчас подобный подход расценивается как односторонний. Как мы знаем, в географической оболочке диалектически сочетаются процессы дифференциации и интеграции. Многообразные потоки вещества и энергии соединяют более простые геосистемы в более сложные. Районирование — это и деление и объединение геосистем одновременно. С одной стороны, в процессе районирования последовательно раскрывается региональная структура географической оболочки, сформировавшаяся под воздействием зональных и азональных факторов дифференциации. С другой стороны, процесс районирования есть последовательное объединение ландшафтов Земли во все более сложные территориальные системы на основе изучения факторов интеграции. Сочетание обоих подходов обеспечивает наибольшую надежность, полноту и точность результатов районирования.

Каждый физико-географический регион, таким образом, представляет звено сложной иерархической системы, являясь структурной единицей регионов высших рангов и интеграцией геосистем более низких рангов. Интеграционный подход существенно усложняет задачи районирования: теперь их нельзя сводить к простой процедуре выявления и нанесения на карту границ по заданным признакам. Физико-географическое районирование можно определить как раздел физической географии (и ландшафтоведения), охватывающий весь комплекс проблем, относящихся к геосистемам надландшафтного уровня, включая изучение закономерностей их дифференциации и интеграции, исследование их структуры и развития, их систематизацию и описание.

При изучении региональных систем высших рангов возникают задачи, аналогичные тем, которые стоят при исследовании ландшафтов. Однако в данном случае есть и своя специфика. С одной стороны, только высшие региональные системы служат ареной многих процессов с широким радиусом действия во времени и в пространстве, которые трудно познать в рамках отдельных ландшафтов (трансформация воздушных масс и формирование крупных гидрографических систем, миграции организмов и некоторые гравигенные потоки веществ и др.). С другой стороны, многие свойства и процессы, присущие геосистемам, трудно изучать на высших региональных уровнях, они становятся как бы неактуальными в макрорегиональных масштабах. Мало смысла, например, говорить об изучении функционирования физико-географических стран или динамики физико-географических провинций. Это не значит, что процессы функционирования и динамики не свойственны странам и провинциям, но эти процессы должны познаваться *через ландшафты*, входящие в эти страны и провинции, ибо именно ландшафт — тот уровень геосистем, который наиболее соответствует данным исследовательским задачам.

Ландшафт — основная структурная ячейка всех высших регио-

нальных единств. Отсюда следует необходимость обращать особое внимание на «ландшафтное устройство природных комплексов региональной размерности»<sup>1</sup>. Изучение ландшафтной структуры регионов высших рангов, их познание «через ландшафты» определяется В. А. Николаевым как задача регионального ландшафтоведения. Между региональным ландшафтоведением и собственно районированием нет резкой границы; физико-географическое районирование в его полном современном объеме — это по существу и есть региональное ландшафтоведение, или региональный раздел ландшафтоведения. Сюда должны войти и учение о закономерностях региональной дифференциации географической оболочки как необходимая теоретическая предпосылка для районирования, и учение о региональной интеграции, разрабатывать которое еще предстоит, затем — вопросы таксономии и систематики физико-географических регионов, изучения их ландшафтной структуры, эволюции и т. д. Физико-географическое районирование помимо своих теоретических аспектов имеет аспекты методические и прикладные. К методике районирования относятся такие вопросы, как подбор и изучение необходимых литературных и картографических источников, рабочие приемы определения региональных границ и составление карт районирования, методика описания регионов. В данном пособии, посвященном только теории ландшафтоведения, эти вопросы не рассматриваются — они относятся к спецкурсам, посвященным методам ландшафтных исследований. Физико-географическое районирование имеет существенное практическое значение и находит применение для комплексного учета и оценки природных ресурсов, при разработке планов территориального развития хозяйства, крупных мелиоративных проектов и т. д. Проблемы прикладного физико-географического районирования представляют большую самостоятельную тему, выходящую за рамки содержания этой книги и обсуждаемую в специальных руководствах<sup>2</sup>.

#### **Теоретические основы физико-географического районирования**

В руководствах по районированию основное внимание уделяется системе таксономических единиц. Этой системе предпосылается перечень принципов, которые должны служить основой для диагностики регионов. Среди них чаще всего упоминаются принципы объективности, территориальной целостности, комплексности, однородности, генетического единства, сочетания зональных и аazonальных факторов. По своему теоретическому «весу» эти принципы неравнозначны. Так, территориальная целостность региона обусловлена уже

<sup>1</sup> Николаев В. А. Проблемы регионального ландшафтоведения. М., 1979. С. 5.

<sup>2</sup> См.: Исаченко А. Г. Методы прикладных ландшафтных исследований. Л., 1980. 222 с.

его определением. То же можно сказать о «принципе комплексности»: комплексность должна подразумеваться сама собой, поскольку речь идет о районировании природных *комплексов*.

Более подробных пояснений требует принцип однородности. Объединение геосистем по принципу однородности присуще, как известно, типологии. Всякий физико-географический регион — это сложная территориальная система, объединяющая *неоднородные* составные части. Степень неоднородности и, следовательно, разнообразия природных условий и ресурсов определяет специфику каждого региона с точки зрения его хозяйственного освоения и использования. Внутренняя гетерогенность региона имеет закономерный упорядоченный характер. Для каждой категории регионов она специфична и может выражаться либо в преобладании того или иного типа или класса ландшафтов-доминантов, либо в чередовании гетерогенных типов или классов, либо в их направленной смене. У физико-географических секторов упорядоченность внутренней структуры проявляется в последовательной смене «отрезков» различных широтных зон, а для многих секторов характерно еще и наличие центрального равнинного ядра и горного обрамления. Для горных провинций типичен упорядоченный набор высотных поясов, а кроме того, мозаичность, обусловленная контрастами региональных и локальных экспозиций, и т. д. Каждому региону присуща своего рода морфологическая структура, аналогичная морфологической структуре ландшафта, но на ином, региональном, уровне и соответственно обусловленная иными факторами.

Можно, таким образом, двояко понимать однородность региона. С одной стороны, это «однородная неоднородность», т. е. специфическая упорядоченность внутреннего строения, с другой — однородность в отношении определенных районообразующих факторов, обуславливающих отличие данного региона от всех других, его индивидуальность. Для каждой категории, для каждого таксономического ранга критерии этой однородности должны быть четко оговорены, они связаны прежде всего с конкретными зональными и азональными факторами (например гидротермические критерии для зон и подзон, морфоструктурные градации для стран и т. д.). Упрощенное представление, будто «принцип однородности» можно свести к однородности региона «по всем компонентам», не отвечает реальности и бесперспективно с точки зрения целей районирования.

Теоретические основы физико-географического районирования должны представлять собой *систему* логически взаимосвязанных *принципов*, вытекающих из закономерностей дифференциации и интеграции комплексов региональной размерности. Поскольку эти закономерности объективны, результаты районирования в виде сетки регионов со всеми их иерархическими соотношениями должны иметь объективный характер, т. е. они не зависят ни от назначения районирования, ни от субъективных взглядов или вкусов того или иного автора. Казалось бы, это само собой разумеется и нет нужды особо

выделять *принцип объективности* районирования. У подавляющего большинства советских географов объективный характер районирования не вызывает сомнений, однако в некоторых зарубежных географических школах, в частности в американской, проповедовался взгляд на районирование как на субъективную процедуру; вместо обоснованных научных принципов выделения регионов выдвигается концепция «удобства» или «целесообразности», т. е. по существу — произвола.

В отечественной географии в 50-х годах получила некоторое распространение концепция, согласно которой выбор критериев районирования и его результаты, зависят от его назначения (учебное, сельскохозяйственное, природоохранное и т. п.). Но этот взгляд не нашел признания, ибо невозможно допустить, что, скажем, система ландшафтных зон или горных и равнинных стран, существующая независимо от нашего желания или отношения к ней, может меняться в зависимости от целей и задач, которые ставит передо собой общество. Физико-географическое районирование призвано обслуживать многообразные общественные потребности, но границы регионов не меняют от этого своего положения (по крайней мере до тех пор, пока человек не стал передвигать их по своему усмотрению — не на карте, а в природе).

Физико-географическое районирование едино, оно имеет фундаментальное общенаучное значение и может служить универсальной основой для любой прикладной интерпретации. Иными словами, на основе общенаучного районирования можно создавать целенаправленные прикладные районирования, предназначенные для решения тех или иных практических задач. Подробнее эта проблема рассматривается в прикладном ландшафтоведении, и здесь отметим лишь основные направления такой интерпретации.

1. Определение оптимальной дробности районирования. Наличие иерархии регионов позволяет выбрать ту наинизшую ступень, которая отвечает решению данной практической задачи. Например, для разработки территориальных схем охраны природы отдельных республик и административных областей необходимо опираться на сетку низовых природных районов (ландшафтов), для многих разработок в общегосударственном масштабе бывает достаточным уровень ландшафтных провинций, а для педагогических целей (в средней школе) нет надобности «спускаться» ниже ландшафтных зон и секторов или стран.

2. Целенаправленная характеристика регионов, т. е. выборка необходимых показателей природных условий и ресурсов. Всякий физико-географический регион — сложная природная система, буквально неисчерпаемая по многообразию параметров, характеризующих его компонентный состав, структуру, динамику и т. д. Характеристика региона никогда не может быть исчерпывающей, она всегда в той или иной степени избирательна, и мы должны использовать эту избирательность целенаправленно — применительно к назначению

районирования. Климат, почвы, поверхностные и подземные воды и другие компоненты необходимо учитывать при планировании строительства, сельского хозяйства, здравоохранения и т. д., но в каждом случае интерес представляют различные особенности одних и тех же компонентов. Поэтому шаблон в региональных описаниях, предназначенных для практического использования, недопустим. Здесь открываются широкие возможности для прикладной специализации — разумеется без каких-либо «посягательств» на границы самих регионов, которые остаются незыблемыми.

3. Прикладная группировка регионов. Применительно к решению тех или иных задач исходные ландшафтные регионы могут быть целенаправленно перегруппированы. Эта стадия интерпретации универсального районирования особенно тесно связана с прикладной оценкой геосистем в целях выяснения степени их пригодности для того или иного использования (сельскохозяйственного, рекреационного и т. д.). Результаты оценочной группировки могут быть выражены в виде соответствующего прикладного варианта районирования, но чаще в виде прикладной типологии регионов (преимущественно низовых, т. е. ландшафтов).

Итак, прикладная интерпретация районирования не затрагивает его теоретических основ и не влияет на первичную систему объективных регионов. Многообразие прикладного назначения районирования как раз и делает необходимой разработку единой универсальной (базовой) схемы, без которой в прикладном районировании царили бы разноречие и неразбериха.

Формирование физико-географических регионов — длительный процесс. Каждый регион — продукт исторического (палеогеографического) развития, в ходе которого происходило взаимодействие различных районообразующих факторов и могло неоднократно изменяться их соотношение. Отсюда следует необходимость *генетического принципа*, который поддерживается многими географами, но в практике районирования еще не нашел всестороннего применения. В значительной мере это связано с неполнотой палеогеографической летописи и трудностями восстановления генезиса и истории региональных геосистем разных порядков. В главе 2 отмечалось, насколько важен генетический подход при выделении и изучении ландшафтных зон. Не менее существенное значение он имеет при обосновании всех других региональных единиц. Сущность генетического принципа состоит в том, чтобы выяснить, как происходила физико-географическая дифференциация территории, в силу каких причин и в какое время обособились региональные единства разных рангов, какова степень их внутренней генетической общности.

Так, Русская равнина как особая физико-географическая страна сохраняет единство и территориальную целостность на протяжении многих периодов геологической истории, несмотря на то, что ландшафты в ее пределах многократно сменялись и внешние границы также не оставались неизменными. В результате дифференцирован-

ных тектонических движений, морских трансгрессий, неодинакового характера осадконакопления и денудации в разных частях, воздействия материковых оледенений и других процессов в пределах этой страны в разное время обособились отдельные физико-географические области (Печорская, Тиманская, Полесская, Причерноморская, Северо-Западная и др.). Каждая из этих областей отличается от других возрастом, генезисом и строением фундамента, характерным набором генетически близких ландшафтов.

Параллельно с обособлением областей, которые являются по существу азональными образованиями второго (после стран) порядка, на территории Русской равнины происходило формирование ландшафтных зон и подзон. В своих современных границах они определились большей частью уже после ландшафтных областей и отличаются более подвижными границами. Наконец, в пределах областей и зон (подзон) на последнем палеогеографическом этапе сложились современные ландшафты.

Применение историко-генетического анализа позволяет сделать вывод, что региональная дифференциация идет одновременно по двум линиям — зональной и азональной. Оба процесса, оказывая друг на друга определенное воздействие, протекают независимо один от другого, так как обусловлены разными причинами. Азональные связи ландшафтов, как правило, бывают более древними, чем зональные, так как их главный «носитель» — наиболее консервативный компонент — твердый фундамент, который определяет преемственность между древними и современными ландшафтами. Регионы разновозрастны; по возрасту различаются не только региональные единства разных рангов (например страны, области и ландшафты), но и регионы одного ранга.

Одно из главных мест, если не самое главное, в теории физико-географического районирования занимает *принцип единства дифференциации и интеграции*. Точнее было бы сказать — *должен занимать*, так как до последнего времени в практике доминирует принцип дифференциации. Закономерности региональной дифференциации уже давно привлекли внимание географов и сравнительно хорошо изучены (они рассмотрены в главе 2) . Исследование процессов интеграции геосистем, в том числе на региональном уровне, — новая и наиболее сложная задача.

Высказывалось мнение, будто интеграционный, подход неприменим к категориям регионального деления, утверждалось, что районирование как выделение территориальных единств по принципам однородности, территориальной целостности или генезиса не совместимо с «системным», или «функциональным», «потокowym» подходом, который предполагает объединение участков территории, связанных потоками вещества и энергии. При этом обычно имеются в виду лишь однонаправленные потоки, определяемые гравитацией. Некоторые географы считают, что есть два типа районов — однородные и коннекционные, или функциональные. Первые выделяются по

сходству составных частей, а вторые — по наличию территориальных связей, т. е. объединяющих потоков энергии, вещества и информации<sup>1</sup>.

Но районирование невозможно провести по сходству составных частей — такая задача ставится перед *типологией* геосистем. Сходные геосистемы, как известно, могут быть территориально разобщены, и в этом случае, действительно, исключаются какие-либо связи между ними (примером могут служить однотипные ландшафты внутригорных котловин восточносибирской тайги). Регион же всегда представляет собой целостную в территориальном отношении систему разнородных комплексов низших порядков, и уже сам 'факт непосредственного соседства контрастных частей создает предпосылки для возникновения между ними разнообразных потоков. Регион не может быть не коннекционным (т. е. не имеющим внутренних связей).

Известны попытки противопоставить физико-географическому районированию деление территории на речные бассейны как якобы функциональные, или подлинно системные, территориальные образования. Сторонники «бассейнового принципа» полагают, что гидрографическая сеть, состоящая из главной реки и притоков разных порядков, обеспечивает функциональное единство всех частей речного бассейна. Но это лишь на первый взгляд кажется соответствующим действительности. Русловой сток, в отличие от склонового, не может играть роли интегрирующего фактора в геосистеме. Его функция лишь транзитная. Вода, стекающая поверхностным или почвенно-грунтовым стоком по склону, выполняет разнообразные и важные системообразующие функции, перераспределяя по фациям запасы почвенной влаги, растворенные и взвешенные минеральные и органические вещества. Но эти ее функции замыкаются в пределах элементарного водосбора, т. е. сопряженного фациального ряда, который, как правило, «укладывается» в рамки одного ландшафта. Как только склоновый поток достигнет ближайшего водоприемника (речного русла, озера, водохранилища), его системообразующая функция становится исчерпанной. Последующая транспортировка воды в речном русле может иметь лишь локальный системообразующий эффект — в пойме и дельте, но у нас нет оснований говорить о действительном функциональном единстве всех частей водосбора, который может занимать площадь в сотни тысяч и миллионы квадратных километров. На такое единство может претендовать лишь элементарный водосбор.

В. Б. Сочава обратил внимание на наличие наряду с физико-географическими районами региональных географических полей, или неполных систем («микросистем»), в которых находят выражение частные географические процессы. Таких полей множество, они могут совпадать с границами регионов, но «могут иметь и самостоя-

<sup>1</sup> См.: Арманд А. Д., Куприянова Т. П. Типы природных систем и физико-географическое районирование // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1976. № 5. С. 26 — 38. 283



тельные рубежи, ограничивающие частные ландшафтные проявления»<sup>1</sup>. В. Б. Сочава считает, что концепция полей, или микросистем, обогащает содержание районирования, «она дает представление о сложении региона как некоего интеграла: микросистемы строго не разграничены, не исключают друг друга, а скорее дополняют; они сообщают региону свойства географического множества»<sup>2</sup>.

К числу неполных, частных систем, или «микросистем», в рамках целостного физико-географического региона следует отнести и речную систему. Она не может иметь самостоятельного районообразующего значения, но в ряде случаев представляет интерес для анализа с научной или практической точек зрения.

Таким образом, физико-географический регион охватывает множество вещественно-энергетических потоков, территориальных связей и частных систем, но это множество имеет упорядоченный характер, в противном случае было бы невозможно найти сколько-нибудь определенные региональные рубежи. Очевидно, среди множества потоков и «микросистем» есть определяющие, т. е. системообразующие (районообразующие). К ним прежде всего надо отнести широкомасштабные потоки тепла, воздуха и влаги, которые по существу формируют всю зонально-секторную структуру ландшафтной сферы. В самом деле, существование различных ландшафтных зон и секторов обусловлено свойствами, направлением, интенсивностью, сезонными колебаниями тепловых и воздушных потоков, несущих влагу. Система этих потоков играет одновременно дифференцирующую и интегрирующую роль при формировании региональной структуры ландшафтной сферы. Например, летний муссонный поток над Восточной и Юго-Восточной Азией обуславливает единство приокеанического муссонного сектора и в то же время отделяет его от внутриконтинентальных секторов. Другой пример единства региональной дифференциации и интеграции и их функционального содержания: чем больше амплитуда высот в горах, тем разнообразнее и контрастнее набор высотных поясов, но тем интенсивнее «сквозные» потоки вещества, объединяющие эти геосистемы в единую функциональную систему. Контраст между горами и равнинами, между возвышенностями и низинами служит условием для развития межрегионального метаболизма (обмена теплом, влагой, солями, биомассой). Многообразные формы межрегионального обмена еще плохо изучены и не измерены, поэтому принцип интеграции медленно входит в теорию и практику физико-географического районирования. Пока приходится судить о вещественно-энергетических потоках и взаимосвязях внутри регионов по косвенным, морфологическим признакам — в конечном счете по ландшафтной структуре регионов, к чему мы вернемся в заключительном разделе этой главы.

<sup>1</sup> Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск, 1978. С. 169.

<sup>2</sup> Там же. С. 193.

## Спорные вопросы таксономии физико-географических регионов

Обзор принципов физико-географического районирования приводит к выводу о множественности, или многоплановости, форм региональной организации, или региональной упорядоченности, геосистем. Систему регионов Земли нельзя представлять себе в виде серии матрешек, которые точно укладываются одна в другую. Иначе говоря, все многообразие физико-географических регионов разных порядков невозможно расположить в одну цепочку сверху донизу, в один субординационный ряд. Это связано с тем, что причины интеграции и дифференциации, т. е. районообразующие факторы, многообразны, они имеют разную природу и между ними нет прямого соподчинения. Зонообразующие потоки не зависят от морфоструктур, создающих азональные контрасты. Секторная дифференциация в свою очередь накладывается и на зональную, и на морфоструктурную, как бы перекрывая, их.

За исходную предпосылку при разработке таксономической системы физико-географического районирования следует принять факт наличия двух основных типов региональной дифференциации и интеграции — зонального и азонального (последний здесь имеется в виду в широком смысле слова, включая секторность). Необходимость учета зональных и азональных факторов при разработке системы региональных единиц можно считать общепризнанной в качестве одного из главных принципов районирования. Но практическое претворение этого принципа осуществляется по-разному. Известны примеры одностороннего подхода к региональному физико-географическому делению — либо на чисто зональной основе (например схема Л. С. Берга, см. рис. 3), либо на азональной. Подобные схемы ушли в область прошлого, хотя иногда они еще появляются; примером может служить одна из схем природного районирования СССР, построенная по существу на азональном принципе<sup>1</sup>.

Наиболее распространен так называемый однорядный способ сочетания зональных и азональных признаков, или «ведущих факторов». Обычно это делается путем чередования тех и других признаков при выделении регионов различных рангов, так что с внешней стороны вся система выглядит в виде единого субординационного ряда. Известны различные варианты однорядной системы, но они отличаются лишь в деталях, которые не имеют принципиального значения. Так, еще в 1946 г. А. А. Григорьев предложил следующий таксономический ряд: пояс — сектор — зона (и подзона) — провинция — ландшафт. Межвузовское совещание по районированию (1956 г.) рекомендовало несколько иную схему: страна — зона — провинция — подзона — округ — район<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> См.: Рихтер Г. Д., Преображенский В. С., Нефедьева Е. А. Комплексное природное районирование СССР // Современные проблемы природного районирования. М., 1975. С. 17 — 48.

<sup>2</sup> Здесь везде подразумеваются *физико-географические* подразделения; для краткости этот эпитет опущен.

В этих схемах при выделении каждой последующей единицы поочередно используются то зональные, то азональные признаки. Так, в первой схеме в качестве наивысшей ступени принят пояс (имеются в виду традиционные широтные пояса — умеренный, субтропический и т. д.), на следующей ступени внутри пояса по азональным критериям выделяется сектор, затем внутри последнего, по зональным признакам — зона вместе с подзоной, далее снова вводится азональный признак и внутри зоны получается провинция. Ландшафт завершает всю систему как единица, не делимая ни по зональным, ни по азональным признакам (в межвузовской схеме ему соответствует физико-географический район).

При кажущейся простоте и логичности однорядной системе присущи серьезные недостатки.

В этой системе нарушены реальные таксономические соотношения регионов разных категорий, их действительная соподчиненность. Положение в ряду, например, зоны после (т. е. ниже) страны или сектора должно означать, что зона есть *часть* страны (сектора) и, следовательно, подчинена стране (сектору), находится на более низком таксономическом уровне. Но хорошо известно, что любая зона как проявление широких глобальных закономерностей особого рода ни в каком соподчинении со страной или сектором не находится, ее нельзя рассматривать как результат действия каких-то второстепенных или третьестепенных причин *внутри отдельных стран или секторов*, как это получается согласно однорядной схеме. Если судить по межвузовской схеме, подзону следует считать неким частным зональным проявлением внутри провинции, но подзона непосредственно связана с зоной, т. е. подчинена ей как естественный результат дальнейшей дифференциации зоны, а вовсе не провинции.

Однорядные системы в их различных вариантах неизбежно оказываются неполными, так как при последовательном соблюдении «принципа чередования» многим региональным комплексам не находится места или же они представлены здесь в сильно «усеченном», разорванном виде. Если допустить, что сектор — часть пояса, то приходится игнорировать тот факт, что многие секторы не укладываются в один пояс и перекрывают несколько поясов (например, Дальневосточный муссонный сектор и многие другие). В некоторых вариантах однорядной системы после пояса идет страна. Но как быть, если страна оказывается в двух поясах (например, Кавказ в умеренном и субтропическом, Западно-Сибирская равнина в субарктическом и умеренном)? Положение зон и подзон в однорядной системе особенно наглядно доказывает невозможность построения единого субординационного ряда без нарушения целостности генетически и функционально единых региональных геосистем. Те «зоны» и «подзоны», которые значатся в однорядной системе, — это вовсе не зоны и подзоны

в докучаевском и берговском понимании. В однорядной системе ландшафтная зона как целое исчезает: она разорвана на отдельные отрезки, подчиненные секторам или странам. В этой системе нет места для таежной или степной зоны Евразии. Вместо них есть серия самостоятельных зональных отрезков внутри каждой страны (или сектора), например таежная зона Балтийского щита, таежная зона Русской равнины и т. д. Части степной зоны, например, в пределах Западно-Сибирской равнины и в Казахской складчатой стране приходится рассматривать как две разные зоны, подчиненные соответствующим странам, несмотря на то, что они образуют целостный территориальный массив, составляющий, в свою очередь, лишь часть еще более крупной региональной единицы — степной зоны Евразии.

В еще более ненормальном положении оказываются подзоны. По межвузовской системе выходит, что только на Русской равнине следует выделить не менее десятка северных подзон степной зоны по числу провинций, которым эти подзоны «вынуждены» подчиняться. Получается, что не существует единой северной степной подзоны или хотя бы северной степи Русской равнины, ибо в силу чисто формальных соображений («принцип чередования») подзона должна выделяться внутри провинции. В природе же подзоны настолько органически связаны с зонами, что часто их трудно бывает разграничить. Так, не имеет большого принципиального значения вопрос — рассматривать восточноевропейскую подтайгу как самостоятельную зону или как подзону тайги. От этого целостность подтайги не изменится. В однорядной же системе «судьба» подтайги существенно зависит от того, как ответить на поставленный вопрос. В первом случае это будет самостоятельная единица (в рамках страны), которая делится на несколько провинций, а во втором — она превратится в серию «усеченных» подзон (точнее — отрезков подзон), выделяемых внутри провинций.

Однорядная система делает несовместимыми страны и секторы. Между этими единицами существуют достаточно сложные соотношения (см. ниже), и в рамках однорядной системы эти соотношения не удастся отразить, поэтому приходится выбирать одно из двух: одни авторы отдают предпочтение сектору и отвергают страны, другие поступают наоборот.

Итак, однорядная система не решает вопроса о совместном учете зональных и азональных факторов при районировании. Она представляет собой условный прием, создающий видимость соподчинения зональных и азональных единиц, которые фактически не соподчиняются. В природе нет никакого «чередования» тех и других, они сосуществуют и перекрываются в двухмерном пространстве, что нетрудно заметить на любой карте районирования (например рис. 53). В условной схеме можно, конечно, расчленить зоны и подзоны на отдельные отрезки, но на карте эти отрезки соединяются незави-

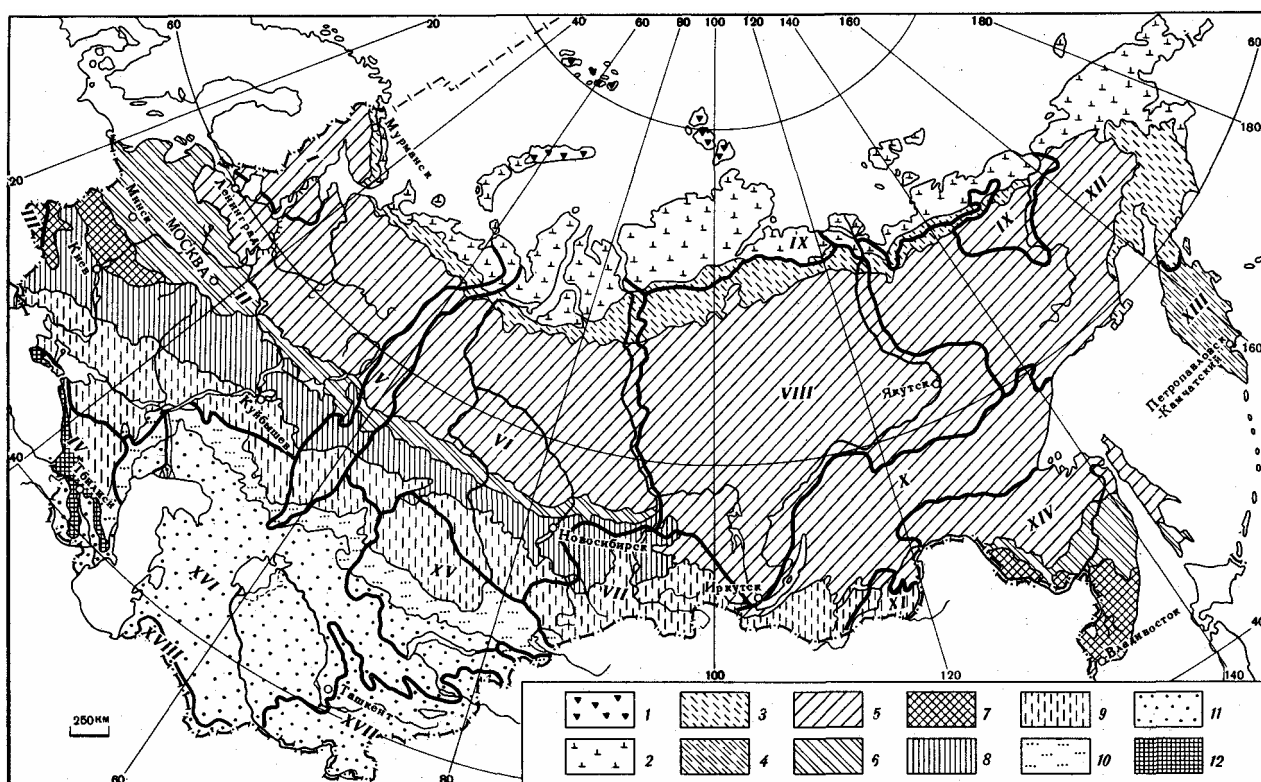


Рис. 53

симо от нашего желания в сплошные полосы. Легко, далее, заметить, что все таксономические единицы однорядной системы, кроме первой в ряду, получаются путем наложения зональных единиц на азональные, однако исходные целостные единицы при этом распадаются.

Единственным основанием в пользу однорядной системы может служить ее привычность и удобство применения в целях физико-географического описания территории. Описание по своей природе «однорядно», так как нельзя одновременно описывать две региональные единицы, и мы вынуждены располагать их в той или иной последовательности — сверху донизу. Но вопрос методики описания регионов не имеет отношения к принципам районирования. Опыт других наук доказывает, что научная систематика, которая должна отражать объективные закономерности, генетические и другие соотношения изучаемых объектов, вовсе не всегда укладывается в один субординационный ряд. Вспомним хотя бы о менделеевской периодической системе химических элементов, которая строится в виде таблицы (матрицы) и потеряла бы всю свою суть, если таблицу развернуть в один ряд, расположив элементы только в порядке нарастания их атомных весов.

Другой пример — филогенетическая система организмов, имеющая вид родословного дерева. У этой системы некогда тоже была своя примитивная однорядная предшественница — так называемая «лестница существ», восходящая к Аристотелю. Теперь всем ясно, что невозможно отразить последовательное усложнение организации живых существ, не говоря уже об их генетических соотношениях, пытаясь расположить их в один субординационный ряд.

Примерно такая же ситуация складывается сейчас в физико-географическом районировании — оно еще никак не может переступить через однорядную традицию, которая не отвечает задачам систематизации достаточно сложной картины пространственных отношений в ландшафтной сфере. Уже то обстоятельство, что не существует одномерного пространства, что пространственные отношения можно выразить как минимум в системе двух координат, должно вызывать настороженное отношение к представлению об одномерности («однорядности») региональной физико-географической структуры ландшафтной сферы. Эта структура бесспорно многорядна.

---

Рис. 53. Физико-географическое районирование СССР.

*Ландшафтные зоны:* 1 — арктическая, 2 — тундровая, 3 — лесотундровая, 4 — лесолуговая, 5 — таежная, 6 — подтаежная, 7 — широколиственные (европейская и дальневосточная), 8 — лесостепная, 9 — степная, 10 — полупустынная, 11 — пустынная, 12 — субсредиземноморская (с фрагментами средиземноморской и барьерной влажнолесной).

*Ландшафтные страны:* I — Фенно-Скандия (Балтийский шит), II — Восточно-Европейская (Русская равнина), III — Карпатская, IV — Крымско-Кавказская, V — Уральская, VI — Западно-Сибирская, VII — Алтайско-Саянская, VIII — Среднесибирская, IX — Северо-Сибирская, X — Байкальская, XI — Монголо-Даурская, XII — Северо-Восточная Сибирь, XIII — Курило-Камчатская, XIV — Амурско-Приморская, XV — Восточно-Казахстанская, XVI — Туранская, XVII — Среднеазиатская горная, XVIII — Туркмено-Хорасанская

## Зональные и аazonальные регионы

Наличие по крайней мере двух типов региональной физико-географической дифференциации и двух типов регионов прямо или косвенно признавали многие географы. Можно говорить о двух первичных и независимых рядах физико-географических регионов — зональном и аazonальном. Генетическое единство и функциональная целостность подразделений того и другого ряда имеют разную природу, о чем ранее уже было немало сказано. В частности, зональные регионы более динамичны, чем аazonальные. С другой стороны, аazonальным единицам присущи более устойчивые и четкие пространственные границы. Логическая соподчиненность между региональными таксонами разных рангов существует отдельно внутри каждого ряда, например: пояс — зона — подзона (в зональном ряду).

Независимость двух рядов не означает, что между ними отсутствует какая-либо связь. Пространственные соотношения между зональными и аazonальными категориями районирования выражаются в виде серии производных региональных единиц, которые и позволяют объединить оба ряда в единую систему. Но система эта имеет более сложный вид, чем однородная. Прежде чем перейти к ней, следует привести в ясность таксономические соотношения в каждом из двух первичных региональных рядов.

В зональном ряду единицей самого высокого ранга, по мнению ряда географов (А. А. Григорьева, В. Б. Сочавы и др.), является *физико-географический пояс*. Однако другие специалисты считают, что для выделения поясов как комплексных физико-географических единиц нет достаточных оснований. В частности, выделение поясов не предусматривается в схеме, принятой межвузовскими совещаниями по районированию. Это расхождение взглядов объясняется отсутствием четких критериев поясов как комплексных образований. Поясное деление основывается либо на традиционной схеме тепловых поясов, либо на отождествлении ландшафтных поясов с циркуляционными. В том и другом случае каждый пояс оказывается внутренне неоднородным по увлажнению. Притом очень постепенная смена ландшафтных зон и зачастую нечеткость их границ сильно затрудняют группировку зон и подзон (как единиц второго и третьего порядков) в пояса. у апример, неясно, куда отнести подзону арктической тундры (одни относят ее к арктическому поясу, другие — к субарктическому), зону лесотундры (к субарктическому поясу или умеренному) и т. д. Это порождает множество условностей.

Не удивительно, что поясные схемы разных авторов сильно отличаются одна от другой. Так, И. П. Герасимов выделял в каждом полушарии по четыре пояса: полярный, бореальный (умеренный), субтропический и тропический; по А. А. Григорьеву, в одном полушарии получается шесть поясов (с добавлением субарктического и экваториального), по Е. Н. Лукашовой и А. М. Рябчикову, — семь (те же плюс субэкваториальный). Высказывалось мнение, что из умеренного (бореального) пояса следует вычленить суббореальный пояс, и тогда в каждом полушарии получится по восемь поясов.

Однако В. Б. Сочава считает достаточным различать на всем земном шаре всего три пояса: тропический и два внетропических (северный и южный). При чрезмерном укрупнении поясов их ландшафтногеографическое содержание становится крайне неопределенным, а при чрезмерном дроблении они практически сливаются с ландшафтными зонами.

По-видимому, физико-географические пояса следует рассматривать как вспомогательные региональные категории. На первом этапе глобального районирования они важны для увязки региональных схем отдельных материков или крупных частей последних, а кроме того, для увязки природного районирования суши и Мирового океана. Но при наличии хорошо разработанной системы ландшафтных зон пояса по существу теряют свое значение.

*Ландшафтная зона* — базовая таксономическая единица в зональном ряду. Основным критерий зоны — соотношение тепла и влаги, выражаемое в показателях радиационного баланса, сумм температур, коэффициента увлажнения (или индекса сухости). При этом важны не только средние годовые показатели, но и характеристики режима тепла и влаги, т. е. их соотношения по сезонам. Тип гидро-термического режима находит отражение в типах плакорных растительных сообществ и почв, которые служат основными индикаторами зон и по которым, как правило, устанавливаются зональные рубежи. В отличие от старых зональных схем, например Л. С. Берга (см. рис. 3), в которых зоны выделялись только на равнинах и горы исключались из зональной системы, сейчас границы зон проводятся и через горы (рис. 53). Критерием при этом служит тип высотной поясности, присущий той или иной зоне.

Однако несмотря на кажущуюся простоту и ясность понятия «ландшафтная зона», ее диагностика и отграничение от соседних зон — непростой вопрос. Хотя в основных чертах схема ландшафтных зон всей суши уже давно установлена, некоторые ее детали остаются дискуссионными. Это касается как расхождений в рисунке границ тех или иных зон, так и в более принципиальных вопросах о самостоятельности отдельных зон. Объективные причины подобных расхождений нетрудно объяснить. Прежде всего это сложность, комплексность зональных физико-географических образований, которые невозможно размежевать, пользуясь каким-либо одним качественным или количественным критерием. К этому надо добавить постепенный, континуальный характер зональных смен, расплывчатость пространственных границ, наличие многочисленных зональных переходов.

Не случайно больше всего споров вызывает «статус», т. е. ранг, переходных полос, таких, как лесотундра, подтайга, лесостепь, полу-пустыня. Если самостоятельность лесостепи и полупустыни давно уже не вызывает у географов сомнений, то лесотундру и подтайгу некоторые авторы рассматривают как единицы более низкого порядка, т. е. как подзоны. Не следует, однако, преувеличивать значение подобных расхождений: суть дела, т. е. географическое содержание объекта, в сущности не меняется от того, к какому рангу мы отнесем



тот или иной регион, тем более, что зона и подзона — единицы очень близкого порядка.

В диагностике ландшафтных зон должны применяться все принципы районирования, которые были уже изложены, включая принцип единства дифференциации и интеграции, генетический принцип и т. д. Элементы неопределенности в современном зональном районировании Земли в значительной мере связаны с тем, что все еще доминирует подход к районированию «сверху».

Процесс зонального районирования состоит из двух этапов. Первый этап начинается с палеогеографического анализа происхождения и истории формирования ландшафтных зон. Затем проводится сравнительный анализ современных гидротермических факторов зональности и устанавливаются основные критерии зон по показателям теплообеспеченности и увлажнения. Но эти показатели мало пригодны в качестве конкретных признаков, по которым проводятся зональные границы, в силу континуальности и притом несовпадения полей радиационного баланса, температуры, осадков, увлажнения и т. д. Поэтому следует найти такие показатели, которые, будучи следствиями соотношений тепла и влаги, имели бы дискретный характер размещения в пространстве. В качестве таковых уже давно используются почвы и растительные сообщества. В результате мы получаем схему ландшафтных зон в ее первом приближении.

На втором этапе полученная предварительная схема уточняется и конкретизируется «снизу». Важнейшим синтетическим критерием ландшафтной зоны служит преобладание в ее пределах ландшафтов одного типа или нескольких типов-аналогов, распространенных в смежных секторах. В предыдущей главе были рассмотрены типы ландшафтов и их широтнотональные ряды. При сильной генерализации, в очень мелком масштабе, когда выпадают разного рода анклавы «чуждых» ландшафтов среди доминирующего типа и сильно схематизированы зональные границы, карта типов ландшафтов практически совпадает со схемой ландшафтных зон (см. рис. 47). Согласно этой схеме, можно выделить три типа ландшафтных зон по признаку их долготного распространения.

1. Сплошные (циркумполярные) зоны, охватывающие как бы кольцом всю сушу (с разрывами на океанах) и протягивающиеся через все секторы материков — как внутриконтинентальные, так и приокеанические (примеры — арктическая, тундровая и таежная зоны).
2. «Неполные» зоны, тяготеющие либо к внутриконтинентальным секторам (например пустыни умеренного пояса), либо к приокеаническим. Последние могут быть разорванными и симметрично расположенными по отношению к меридиональной оси материка (например зоны суббореальных широколиственных лесов) либо односторонними, или асимметричными (например восточная приокеаническая зона влажных субтропических лесов; западная приокеаническая средиземноморская зона).
3. Редуцированные зоны, имеющие фрагментарный характер и, строго говоря, лишь с большой условностью могущие именоваться

зонами. В данном случае имеются в виду площади распространения ландшафтных типов барьерного происхождения, приуроченные к узким приокеаническим секторам (например «зоны» дождевых тропических лесов, средиземноморские «зоны» Северной Америки, Южной Америки, Южной Африки и Австралии).

Полученная таким способом принципиальная схема зон конкретизируется путем последующего уточнения их границ. Положение зональных границ на каждом конкретном участке зависит от многих факторов, особенно от рельефа и почвообразующих пород. Взаимодействие общего зонального гидротермического фона с азональными геолого-геоморфологическими факторами находит наиболее полное свое выражение в ландшафте. Поэтому лучший метод выявления зональных границ состоит в группировке (интеграции) отдельных ландшафтов в зоны «снизу». При этом учитывается, что в каждой зоне наряду с доминантными ландшафтами определенного типа могут быть включения в виде ландшафтов других типов, как об этом уже ранее говорилось. Применение указанного метода естественно предполагает наличие ландшафтных карт и подробной классификации ландшафтов. До тех пор, пока мы не располагаем таким материалом, схематизм и известная условность при разграничении ландшафтных зон сохраняются.

Низшая единица зонального ряда — *ландшафтная подзона*. Основным комплексным критерием подзоны служит преобладание ландшафтов того или иного подтипа. Почвенными и геоботаническими индикаторами подзон обычно служат подтипы плакорных почв и растительных сообществ. Все, что говорилось в предыдущей главе о соотношениях между типами и подтипами ландшафтов, может быть перенесено на соотношения зон и подзон. В частности, для наиболее типичных, хорошо развитых зон характерна трехчленная подзональная структура, для переходных зон — двухчленная или одночленная. Как уже отмечалось, континуальный характер зональных смен нередко создает трудности при определении ранга зональных регионов, но это вряд ли стоит относить к самым важным проблемам физико-географического районирования. Ранжирование, в особенности когда идет речь о единицах близких порядков, не является самоцелью или конечной целью исследования. Главное в районировании — познание региональных физико-географических закономерностей и специфики каждого региона, его, так сказать, географического содержания, к какому бы рангу он ни относился. Ранжирование должно помочь разобраться в региональной разнообразии, упорядочить его и тем самым способствовать решению главных задач.

Выделение зон и подзон основывается на одних и тех же принципах и осуществляется одновременно и взаимосвязанно.

Переходя к азональным физико-географическим единствам, следует прежде всего различать две категории таких единств: собственно азональные, обусловленные морфоструктурными факторами, и секторные, которые определяются взаимодействием суши и океана.

О сущности тех и других уже сказано в главе 2, и здесь остается добавить немного.

Под *физико-географическим сектором* подразумевается крупная часть материка, которая занимает специфическое место в системе континентально-океанической циркуляции воздушных масс и отличается показателями континентальности, увлажнения, сезонной ритмики природных процессов и характерным «набором» (системой) широтных зон, Широтнозональный спектр — наиболее существенный ландшафтно-географический критерий всякого сектора. Напомним о различиях в этом отношении между приатлантическим ЗападноЕвропейским, переходным умеренно-континентальным Восточно-Европейским, муссонным Дальневосточным (Восточно-Азиатским) секторами Евразии. Множество других конкретных примеров можно найти в обзоре типов ландшафтов, которому посвящена предыдущая глава.

Хотя в основе обособления секторов лежат атмосферные процессы, пространственные границы их в значительной мере подчинены морфоструктурному делению суши. Наиболее четкие климатические рубежи связаны с горными барьерами, и там, где на пути атмосферных потоков располагаются высокие хребты, их водораздельные гребни оказываются важнейшими климаторазделами. Поэтому границы большинства секторов проходят по водоразделам меридиональных хребтов, например Кордильер, горных систем Восточной Азии, Урала.

Таким образом, секторная структура материков приобретает своеобразное ячеистое строение: в большинстве физико-географических секторов центральное положение занимают обширные равнины, плоскогорья или срединные массивы, приуроченные к древним платформам; они образуют как бы ядро сектора. Периферические части обычно представлены горным обрамлением из молодых или «омоложенных» складчатых сооружений, причем в данный сектор входит лишь один из макросклонов хребтов — до линии водораздела. Примером может служить Центрально-Азиатский сектор с обширными внутренними равнинами Монголии и Синьцзяна и горным обрамлением из внутриматериковых склонов Тибетского нагорья, Тянь-Шаня, гор Южной Сибири, Большого Хингана и др.

Приокеанические секторы, естественно, с одной стороны открыты в сторону океана; среди внутриконтинентальных секторов есть «полуоткрытые» секторы с выходом к океану (например ЗападноСибирский). В некоторых случаях границы секторов на отдельных участках могут быть «стерты», если на суше сглажены орографические контрасты (так, размытый характер имеет граница между Восточно-Европейским и Центральноевропейским секторами на участке постепенного перехода Русской равнины в Среднеевропейскую равнину).

Таким образом, крупные горные сооружения, представляющие целостные азональные единицы, не укладываются в границы секторов, как правило, они оказываются пограничными образованиями в системе секторного деления, и их приходится делить между разны-

ми секторами. Например, западный склон Уральских гор мы должны отнести к Восточно-Европейскому сектору, а восточный — к Западно-Сибирскому. Еще более сложная картина наблюдается на Кавказе или на Алтае, которые представляют собой сложные ландшафтные «узлы», лежащие на стыке нескольких секторов. Секторное деление, следовательно, не вписывается ни в зональное, ни в собственно а зональное, представляя собой особый региональный ряд. Этим лишний раз доказывается многоплановость региональной физико-географической структуры суши и невозможность изображения ее в виде однорядной цепочки регионов.

Физико-географические секторы в ряде случаев могут подразделяться на *подсекторы*; но подобно зональному ряду, секторный ряд континуален, включает серию переходов, и принципиальной разницы между сектором и подсектором не усматривается. Примеры хорошо выраженных подсекторов: островной и материковый в ЗападноЕвропейском приокеаническом секторе; островной и материковый в Восточно-Азиатском муссонном секторе. К переходным образованиям, о ранге которых можно спорить, относятся Центральносибирский сектор (или подсектор) между Западно-Сибирским и ВосточноСибирским секторами; Центральноевропейский (между ЗападноЕвропейским и Восточно-Европейским секторами).

В собственно а зональном ряду различается несколько таксономических ступеней районирования. В качестве единицы первого поряд'ка иногда предлагается выделять *субконтиненты*. Это понятие не имеет строгого ландшафтно-географического содержания и четкого определения. Под субконтинентами обычно имеются в виду подразделения материков, отражающие крупнейшие черты их внешней формы и орографии. В Евразии, например, можно выделить следующие субконтиненты: Европу, Северную Азию (Сибирь), Восточную Азию, Внутреннюю Азию, Юго-Западную (Переднюю) Азию и ЮгоВосточную Азию. Деление это в значительной степени условное, отчасти основанное на традициях (как и деление на части света) и может рассматриваться как вспомогательное при районировании (в частности, для группировки материала при физико-географическом описании суши).

Наиболее общепринятая категория а зонального районирования — *физико-географическая страна*. Основные критерии физико-географической страны: 1) единство геоструктуры (древние плиты, щиты, орогенические области разного возраста) и преобладающая тенденция новейших тектонических движений; 2) общие черты макрорельефа (обширные низменные равнины, плоскогорья, крупные горные сооружения); 3) макрорегиональные особенности атмосферных процессов и макроклимата, связанные с положением по отношению к океану и гипсометрическим уровнем (соотношение морских и континентальных воздушных масс, условия их трансформации, континентальность климата); 4) структура широтной зональности (число ландшафтных зон, особенности их простираения, специфиче-

ские черты природы); 5) отсутствие или наличие высотной поясности. Последний признак связан с доминантным для данной страны классом ландшафтов — равнинным или горным. По этому признаку различаются страны равнинные, горные, а также смешанные горно-равнинные или равнинно-горные.

В определении и характеристике стран конкретизируются многие свойства физико-географических секторов. Равнинные страны, как правило, «укладываются» в границы одного сектора и в силу этого могут служить как бы представителями («ядрами») соответствующих секторов в системе районирования. Так, Восточно-Европейская равнинная страна (Русская равнина) образует «ядро» и занимает основную площадь Восточно-Европейского сектора; Туранская страна — основная часть Среднеазиатского сектора; Западно-Сибирская страна — одноименного сектора; Среднесибирская страна вместе с Северо-Сибирской — Восточно-Сибирского сектора. Именно в равнинных странах находит наиболее непосредственное выражение один из главных ландшафтно-географических критериев сектора — структура широтной зональности.

В горных странах структура зональности трансформируется под воздействием гипсометрического и барьерного факторов и представлена серией высотнопоясных спектров. Поскольку горные страны часто лежат на границах разных секторов, высотнопоясные спектры в них могут быть представлены не только различными зональными типами, но и их секторными и барьерными вариантами.

На территории СССР выделяется около 20 физико-географических стран (см. рис. 53). Характерные особенности физико-географической страны как одной из главных единиц районирования лучше всего можно представить путем сравнения нескольких стран, расположенных примерно в одном широтном поясе, например Русской равнины, Западно-Сибирской равнины и Среднесибирского плоскогорья.

Русская равнина в основном приурочена к докембрийской плите. Ее южная окраина заходит в область эпипалеозойской Скифской плиты, так что складчатый фундамент равнины неоднороден, но он перекрыт мощным складчатым чехлом и не оказывает прямого влияния на ландшафты. Новейшие тектонические движения объединили этот фундамент в одно целое и создали равнинный рельеф, отличающийся, однако, значительной морфоструктурной неоднородностью. При средней абсолютной высоте около 170 м здесь чередуются низменности и возвышенности, поднимающиеся до 300 м и выше. Большое прямое и косвенное влияние на ландшафты оказало четвертичное оледенение. Поверхностные отложения разнообразные (преимущественно рыхлые).

Западно-Сибирская равнина занимает часть обширной эпигерцинской платформы с глубоко погруженным складчатым основанием, перекрытым мощной толщей мезо- и кайнозойских отложений. Эта страна лежит на значительно более низком гипсометрическом

уровне, чем предыдущая (около 100 м), поверхность более однообразна, в ее формировании особенно большую роль играла водная аккумуляция рыхлых наносов.

Среднесибирское плоскогорье относится к докембрийской платформе, значительно приподнятой в последнюю геологическую эпоху, с выступами складчатого фундамента, образующими щиты. Средняя высота — около 500 м, рельеф сложный, местами горный, преобладают плотные дочетвертичные породы разнообразного состава; четвертичное оледенение на большей части территории отсутствовало.

Русская равнина расположена ближе двух других стран к Атлантическому океану, в формировании ее климата важную роль играют морские воздушные массы, атмосферное увлажнение наиболее обильное, климат умеренно континентальный (с переходами к слабо континентальному на западе и типично континентальному на востоке). В Западно-Сибирской стране климат типично-континентальный, а в Среднесибирской — резко и крайне континентальный; количество осадков соответственно уменьшается во всех ландшафтных зонах.

Различия в истории ландшафтов, в строении фундамента, макро-рельефе и долготном положении этих стран сказываются в распространении и характере многолетней мерзлоты, в заболоченности, почвообразовании, растительном покрове, биологической продуктивности и т. д. Синтетическим проявлением этих различий служит структура широтной зональности. Наиболее простой характер она имеет в Средней Сибири, где господствует таежная зона, достигающая здесь наибольшей ширины; лишь по северной окраине страны простирается лесотундра. В Западной Сибири зональный спектр более полный за счет тундры, подтайги, лесостепи и степи. На Русской равнине появляется (на западе) центральноевропейская широколиственнолесная зона, сильно расширяется подтайга, существенно изменяется характер лесостепной зоны (как, впрочем, и других зон).

В Западной Сибири ландшафтные зоны имеют вид правильных широтных полос с очень плавными переходами, признаки высотной поясности отсутствуют. На Русской равнине зоны приобретают (в южной части) субширотное простираие, границы их сильно усложняются влиянием рельефа, в ландшафтах хорошо прослеживается ярусная дифференциация, изредка с зачаточными проявлениями высотной поясности. В Средней Сибири местами четко выражена высотная поясность (с поясами горных тундр и гольцов в тайге).

Физико-географические страны делятся по азональным признакам на *физико-географические (ландшафтные) области* (рис. 54). Ранее уже приводились примеры областей в связи с обсуждением генетического принципа в районировании. Напомним, что физико-географические области обособляются в процессе развития физико-географических стран под воздействием азональных факторов (дифференцированные тектонические движения и связанные с ними трансгрессии и регрессии, процессы седиментации и денудации и т. п.).

Физико-географическая область объединяет ландшафты, родственные по возрасту и происхождению и обладающие большим сходством в рельефе, поверхностных отложениях, гидрографической

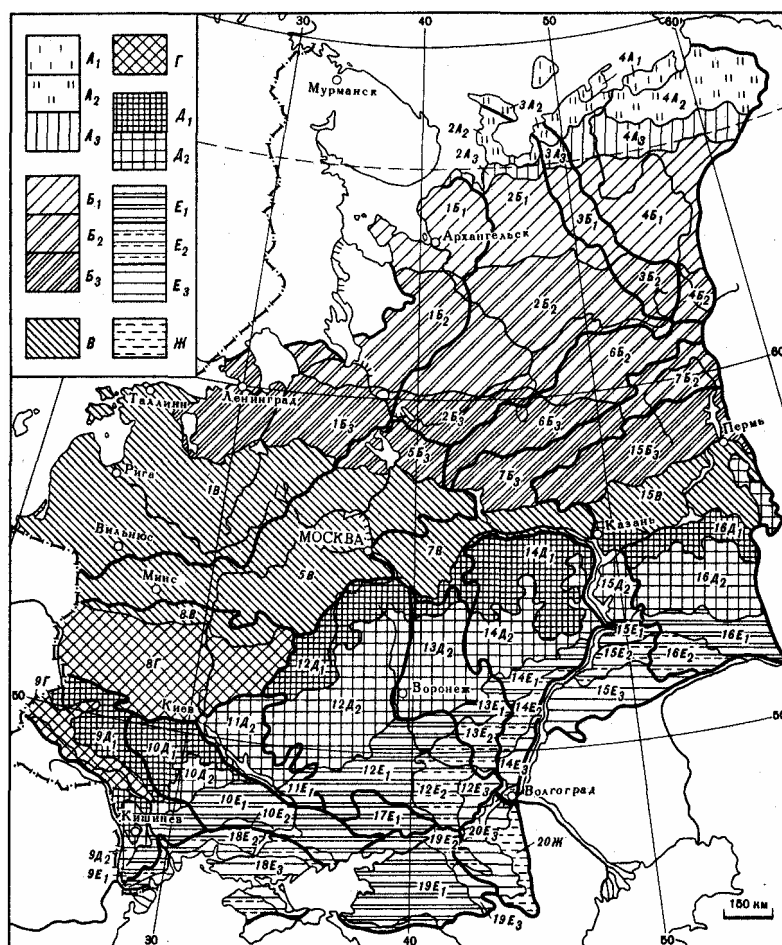


Рис. 54. Физико-географическое районирование Русской равнины.

Ландшафтные зоны и подзоны: А — тундра и лесотундра (А<sub>1</sub> — типичная тундра, А<sub>2</sub> — южная тундра, А<sub>3</sub> — лесотундра), Б — тайга (Б<sub>1</sub> — северная, Б<sub>2</sub> — средняя, Б<sub>3</sub> — южная), В — подтайга, Г — широколиственно-лесная зона, Д — лесостепь (Д<sub>1</sub> — северная, или широколиственно-лесная подзона, Д<sub>2</sub> — южная), Е — степь (Е<sub>1</sub> — северная, Е<sub>2</sub> — типичная, Е<sub>3</sub> — южная), Ж — полупустыня.

Ландшафтные области: 1 — Северо-Западная, 2 — Двинско-Мезенская, 3 — Тиманская, 4 — Печорская, 5 — Московско-Белорусская (Верхневолжская), 6 — Северные Увалы, 7 — Камеко-Мещерская, 8 — Полесская, 9 — Вольно-Молдавская, 10 — Днепровско-Приазовская (область Украинского щита), 11 — Приднепровская, 12 — Среднерусская, 13 — Окско-Донская, 14 — Приволжская, 15 — Низкое Заволжье, 16 — Высокое Заволжье и Предуралье, 17 — Донецкая, 18 — Причерноморская, 19 — Кубанско-Донская (Приазовская), 20 — Ергенинская.

Ландшафтные провинции: 1Б — 20Е; ландшафтные подпровинции, 1Б<sub>1</sub> — 20Д<sub>3</sub>

сети. Своеобразие орографии и географического положения определяет также известную общность ландшафтов одной области в климатическом отношении. Например, Северо-Западная область Русской равнины отличается от соседней Верхневолжской (рис. 54) более свежими формами ледникового рельефа последнего оледенения, обилием озер, густой, но слабо разработанной гидрографической сетью, значительно менее континентальным климатом, частым прохождением циклонов, повышенным количеством осадков.

Ландшафтная область может охватывать части разных зон (например, в состав двух названных областей входят части тайги и подтайги, в Среднерусскую область — части лесостепи и степи). Однако зональные различия между ландшафтами, принадлежащими одной ландшафтной области, сглаживаются вследствие их генетической близости и сходства по многим признакам, в том числе по морфологическому строению. В пределах областей ландшафты часто более тесно связаны между собой, чем внутри зон. Так, степные и лесостепные ландшафты области Высокого Заволжья во многих отношениях ближе друг к другу, чем, например, лесостепные ландшафты Высокого Заволжья и Вольно-Подольи. Это, конечно, не исключает связей и сходства между последними по другим признакам, и здесь мы снова сталкиваемся с неоднозначностью региональных отношений, с различием и сосуществованием систем зональных и а зональных регионов. Специфика каждой ландшафтной области наилучшим образом проявляется в присущей ей ландшафтной структуре, т. е. в наборе, видовом составе, пространственных отношениях входящих в нее ландшафтов. К вопросу о ландшафтной структуре высших региональных единиц целесообразно будет обратиться в заключительном разделе этой главы.

#### **Многорядная система таксономических единиц физико-географического районирования**

Объективное наличие двух главных категорий региональных физико-географических единиц служит основанием для так называемой двухрядной системы физико-географического районирования. Идея ее восходит к высказываниям Р. И. Аболина, который еще в 1914 г. указывал на два ряда дифференциации поверхностной оболочки Земли. В 1919 г. П. Н. Крылов впервые осуществил двухрядный принцип при ботанико-географическом районировании Сибири. В один ряд у него вошли широтно-зональные подразделения, в другой — «провинциальные», близкие к странам и областям. Оба ряда заканчиваются округом, который находится как бы в фокусе обоих рядов и является одновременно частью ботанико-географической зоны и провинции.

В сущности почти все известные схемы физико-географического районирования построены по двухрядному принципу, ибо зональные и а зональные единицы выделяются независимо. На любой карте



видно, что зоны или подзоны протягиваются сплошными полосами, пересекая границы разных стран; последние же накладываются на систему зон, вовсе не считаясь с их границами (см. рис. 53). Все карты физико-географического районирования отдельных материков и территории СССР в «Физико-географическом атласе мира» (1964 г.) «двухрядны»: на каждой из них показаны две не связанные между собой, наложенные одна на другую системы территориальных единиц: с одной стороны, красочным фоном выделены поясные, зональные и подзональные подразделения, а с другой — с помощью оконтуривания линиями разного цвета и толщины — физико-географические страны и области.

Признание самостоятельности зонального и аazonального рядов само по себе еще не создает системы районирования, точнее говоря, мы получаем две разные, не связанные между собой системы, а суть дела состоит в том, что *каждый участок земной поверхности должен найти свое место как в зональном ряду, так и в аazonальном*. Можно сказать, что «физико-географическое лицо» любой территории, точнее ее региональные природные черты, определяются как бы двумя координатами — зональной и аazonальной, подобно тому, как положение точки на поверхности земного шара может быть точно определено только двумя координатами — широтой и долготой. Если мы скажем, что такой-то пункт расположен на параллели 60° с. ш., это будет правильно, но недостаточно определено, ибо на той же параллели может находиться бесконечное множество других пунктов. Но если задать еще и долготу, то тогда всякая неопределенность исчезнет, и в координатной системе исключается возможность нахождения какого-либо другого пункта.

Эта аналогия приводит к выводу, что система физико-географического районирования также должна иметь вид координатной сетки. Тогда для любой территории мы можем задать по крайней мере две региональные координаты, которые точно укажут ее положение в системе. Если, например, сказать, что территория расположена в зоне тайги, в южнотаежной подзоне, этого будет недостаточно, чтобы обрисовать ее региональную физико-географическую специфику. Но если добавить — «в такой-то физико-географической стране и области», например, в Северо-Западной области Русской равнины, то мы получаем необходимую определенность.

Выше было оговорено: «по крайней мере две региональные координаты». Дело в том, что принципиально число «координат», т. е. исходных региональных рядов, может не ограничиваться двумя. Их должно быть столько, сколько в самой природе объективно существует систем региональных связей, или систем региональной дифференциации и интеграции. Так, В. И. Прокаев построил более сложную, «многорядную» систему, куда ввел дополнительно к двум основным рядам еще секторный и барьерный ряды<sup>1</sup>. Мы примем для

300 <sup>1</sup> См.: Прокаев В. И. Физико-географическое районирование. М., 1983. С. 176.

дальнейших построений более простую схему, в которой за исходное взяты зональные и собственно азональные категории. Физико-географические секторы стоят несколько особняком и «ряда» как такового не образуют, так как далее по существу не подразделяются. Барьерные образования, как правило, без труда привязываются к азональному ряду в качестве самостоятельных областей или дополнительных региональных подразделений внутри последних (подобластей).

Условие совмещения двух независимых рядов районирования на основе координатного принципа построения единой системы реализуется прежде всего в результате выделения ландшафта как естественного завершения, «фокуса», в котором сходятся оба ряда (рис. 55). Однако физико-географическое районирование далеко не всегда

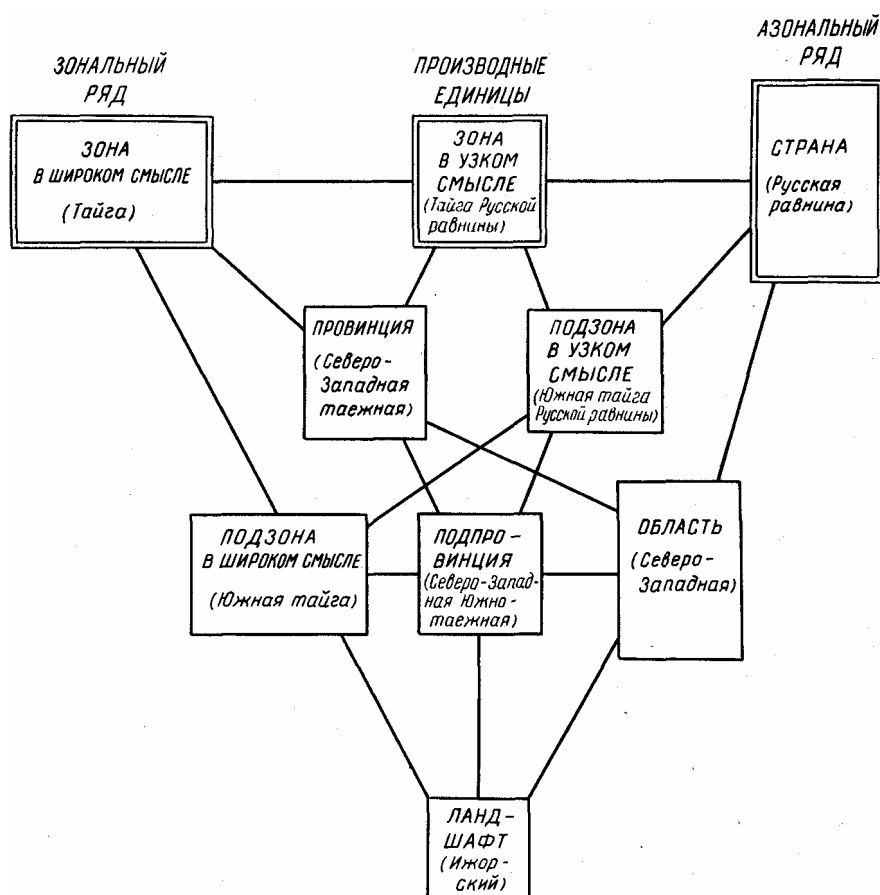


Рис. 55. Система таксономических единиц физико-географического районирования

доводится до ландшафтов и может заканчиваться (в зависимости от целевого назначения или обеспеченности фактическим материалом) на более высоких ступенях, например на уровне физико-географических стран и зон (как на рис. 53). Поэтому важно иметь возможность связать зональное деление с азональным на любом уровне районирования так, чтобы всегда можно было определить положение каждой территории в обеих «координатах».

Принципиальные основания для этого состоят в следующем. Как известно, всякая зона, сохраняя свою территориальную целостность, приобретает специфические черты, как бы трансформируясь, в пределах каждого сектора, каждой страны или области. Это позволяет выделить производные, или связующие, *зонально-азональные* регионы (например Таяжная зона Восточной Европы, Таяжная зона Русской равнины, Таяжная зона Тумана). Число возможных производных единиц определяется числом комбинаций из основных зональных и азональных ступеней. Если принять пока в каждом исходном ряду по две ступени, то мы получим четыре производные категории (рис. 55):

- 1) *зона в узком смысле слова* — часть («отрезок») сплошной зоны (зоны в широком смысле слова) в пределах одной страны;
  - 2) *подзона в узком смысле слова* — часть («отрезок») подзоны в широком смысле слова в пределах одной страны;
  - 3) *провинция* — часть зоны в пределах одной области<sup>1</sup>;
  - 4) *подпровинция* — часть подзоны в пределах одной области. Каждая из перечисленных производных единиц является зонально-азональной категорией, она принадлежит одновременно к обоим исходным рядам районирования и имеет *двойное подчинение*, что подчеркивается двойным названием, содержащим указание как на зональную, так и на азональную «координаты». Например, на рис. 54 названия и индексы ландшафтных провинций складываются из названий и индексов зон и областей, а подпровинций — из подзон и областей (2Б — Двинско-Мезенская таяжная провинция, 2Б<sub>1</sub> — ее северотаяжная подпровинция, 2Б<sub>2</sub> — среднетаяжная и т. д.). Районирование конкретной территории можно представить в виде таблицы-матрицы, в которой горизонтальные ряды соответствуют зональным подразделениям, а вертикальные колонки — азональным. В клетках матрицы вписываются двойные индексы производных единиц. Физико-географическое районирование всегда должно завершаться выделением связующих (производных) единиц того или иного порядка.
- Можно различать три основных уровня районирования в зависимости от его детальности, т. е. от завершающей (нижней) ступени: первый уровень включает страны, зоны и замыкается на производных зонах в узком смысле слова (см. рис. 53); второй уровень включает кроме перечисленных ступеней области,

<sup>1</sup> Если ландшафтная область расположена полностью в одной зоне (как, например, Донецкая), ей будет соответствовать только одна провинция, т. е. провинция и область территориально совпадают.

подзоны и производные от них единицы, завершаясь подпровинцией (см. рис. 54);

третий уровень охватывает всю систему подразделений до ландшафта включительно (рис. 56) .

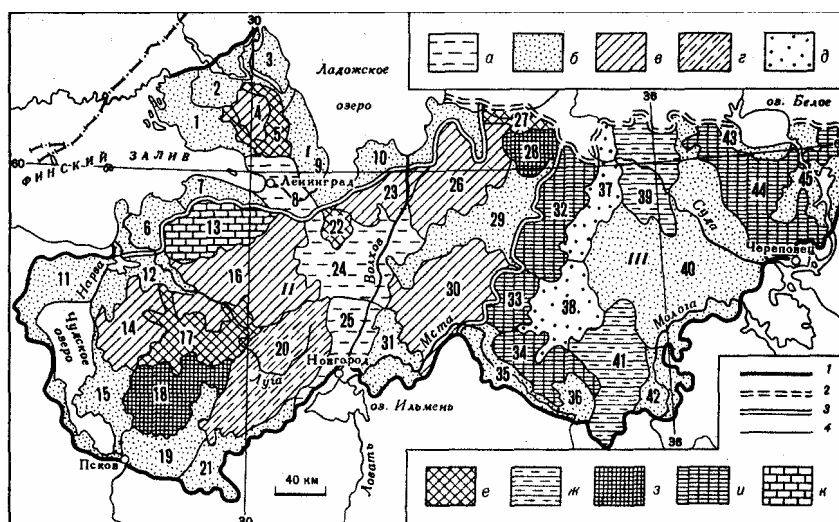


Рис. 56. Ландшафтная структура Северо-Западной южнотажной подпровинции.

Ландшафтные подокруга: I — Балтийско-Ладожский, II — Лужско-Волховский, III — Северо-Валдайский (Тихвинско-Шекнинский). 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 зандровые, е — низменно-возвышенные камово-озерно-ледниковые, ж — возвышенные платообразные моренные на известняковом основании, з — возвышенные холмисто-моренные, и — то же, на известняковом цоколе, к — возвышенные платообразные карстовые. Границы: 1 — провинций, 2 — подпровинций, 3 — подокругов, 4 — ландшафтов

Рассмотренная система позволяет при необходимости вводить дополнительные (факультативные) таксономические ступени районирования. Так, некоторые сложные по своей ландшафтной структуре области можно разделить на 2 — 3 *подобласти*. Например, Северо-Западная область Русской равнины делится на подобласти Прибалтийскую, Приильменскую и Валдайскую. В случае выделения подобластей образуются еще две производные единицы: *ландшафтный округ* — часть подобласти в границах одной зоны (например, Валдайский таежный округ) и *ландшафтный подокруг* — часть подобласти в границах одной подзоны (Валдайский южнотажный подокруг).

Теоретически можно построить еще один ряд единиц, производных от физико-географического сектора. Реальное значение имеют отрезки зон и подзон в пределах секторов, которым не присвоено какого-либо специального таксономического наименования; из кон-

текста и собственного названия всегда ясно, о какой «зоне» или «подзоне» идет речь (примеры приводились выше). Перекрывание секторов со странами и областями присуще только горным территориям, и это служит одной из причин более сложной региональной структуры гор, к чему мы еще вернемся специально.

Отображение многорядной системы районирования на карте не представляет никаких трудностей. Карта — наилучшая модель территориальных отношений, поэтому она дает возможность наглядно отобразить независимость, сосуществование и перекрывание различных рядов региональной дифференциации. Сущность производных, или связующих, региональных единиц наиболее ясно раскрывается именно на карте, потому что на карте они получаются как бы сами собой — в виде ячеек, образующихся при пересечении зональных и азональных границ (см. рис. 53, 54).

В тексте же любую многорядную пространственную систему приходится «развертывать» в одну цепочку, подобно тому, как события, происходящие *одновременно*, в повествовании приходится излагать *одно за другим*. Отсюда следует чисто прагматическая потребность принятия какой-либо условной «однорядной» последовательности описания регионов разных порядков. Здесь, в зависимости от размеров и особенностей региональной структуры территории, возможны различные варианты. Например, при региональной физико-географической характеристике территории СССР целесообразно сначала дать краткий обзор всех ландшафтных зон, затем следует перейти к странам и после их общей характеристики рассмотреть по каждой стране зоны и подзоны в узком смысле слова. Далее нужно дать представление об азональной дифференциации страны — на уровне областей, а в границах областей описать соответствующие провинции, подпровинции и ландшафты. Важно, чтобы в этом описании не было пробелов, т. е. чтобы все регионы нашли в нем место.

### **Физико-географическое районирование горных территорий**

Районирование горных стран всегда вызывало дополнительные трудности. Некоторые географы видели неразрешимое противоречие в том, что, с одной стороны, каждое горное поднятие представляет собой целостное образование, а с другой — нередко именно водораздельные гребни хребтов служат важнейшими физико-географическими рубежами, так что противоположные склоны следует относить к разным природным единствам. Долгое время горы исключались из мировой системы зональности и районировались исключительно по азональным признакам; оставались нерешенными проблемы учета в системе районирования высотной поясности и многообразных генетических и функциональных взаимосвязей между горными и равнинными территориями.

Все эти проблемы вполне разрешимы с позиций многорядного

районирования, которое позволяет преодолеть узко азональный подход к физико-географическому делению гор и, подчеркивая целостность горных регионов, одновременно отразить их связи с равнинами в рамках единых секторов, зон и подзон. Для физико-географического районирования гор полностью применима та система, которая уже была нами рассмотрена.

Всякое горное поднятие представляет собой самостоятельную *азональную единицу* районирования. Таксономическое достоинство такой единицы может быть различным в зависимости от ее размеров и сложности. Обширные горные территории, сложные по своему орографическому и структурно-тектоническому строению и обычно располагающиеся на стыке разных зон и секторов, вследствие чего они характеризуются несколькими типами и секторными вариантами высотной поясности, рассматриваются как самостоятельные *физико-географические страны* (Карпаты, Урал, Кавказ, Алтайско-Саянское нагорье, Северо-Восточная Сибирь и др., см. рис. 53).

Части горных стран, четко обособленные орографически и тектонически (например Верхне-Колымское нагорье, хребет Черского, Юкагирское плоскогорье в Северо-Восточной Сибири; Восточный Саян, Тувинская впадина, Кузнецкий Алатау в Алтайско-Саянской горной стране), а также аналогичные им горные хребты и массивы в пределах равнинных стран (горы Путорана, горы Бырранга, Енисейский кряж и др.) представляют собой *физико-географические (ландшафтные) области*.

Наконец, отдельные небольшие «островные» горные поднятия среди равнин (интрузивные массивы, небольшие антиклинальные хребты, древние остаточные низкогорья, вулканические конусы), как, например, Хибины, Большой и Малый Балханы, могут быть выделены в качестве самостоятельных *округов и ландшафтов* (к этим низшим таксонам мы еще вернемся).

Крупные внутригорные впадины, соразмерные с равнинными ландшафтными областями (например Тувинская, Минусинская, Иссыккульская), также относятся к рангу областей. Более простые по ландшафтной структуре впадины (например Горийская или Ахалцихская на Кавказе, серия депрессий-грабен в Становом нагорье) рассматриваются как самостоятельные ландшафты.

Межгорные впадины, открытые в сторону моря или непосредственно сливающиеся с прилегающими платформенными равнинами (например Куринская, Лионская, Кузнецкая), ландшафты которых типологически несомненно относятся к равнинному классу, в системе районирования должны быть отнесены к горным странам на уровне особых ландшафтных областей. Это обусловлено генетической связью подобных областей с окружающими горами — они являются результатом тектонической дифференциации единого целого. Кроме того, их физико-географические особенности в значительной степени обусловлены влиянием горного обрамления, для них типичны явления барьерного подножья и барьерной тени.

Положение горных стран и областей в *зональном ряду*, а также в *системе секторов* определяется характером высотно-поясного ряда. Части горных стран и областей с общим типом поясности относятся к одной ландшафтной зоне. И так же, как в равнинных странах, в горных различаются свои *зоны в узком смысле слова* и *провинции*. Так, Западное Закавказье отчетливо выделяется своим характерным типом поясности, присущим так называемой зоне влажных субтропиков<sup>1</sup>. В пределах Кавказа она представлена тремя провинциями соответственно числу областей, на которые она распространяется. Равнинная Рионская (Колхидская) провинция полностью охватывает одноименную ландшафтную область, Абхазско-Сванетская горная провинция занимает юго-западную часть области Большого Кавказа, и Аджарская горная провинция приурочена к области Малого Кавказа (рис. 57).

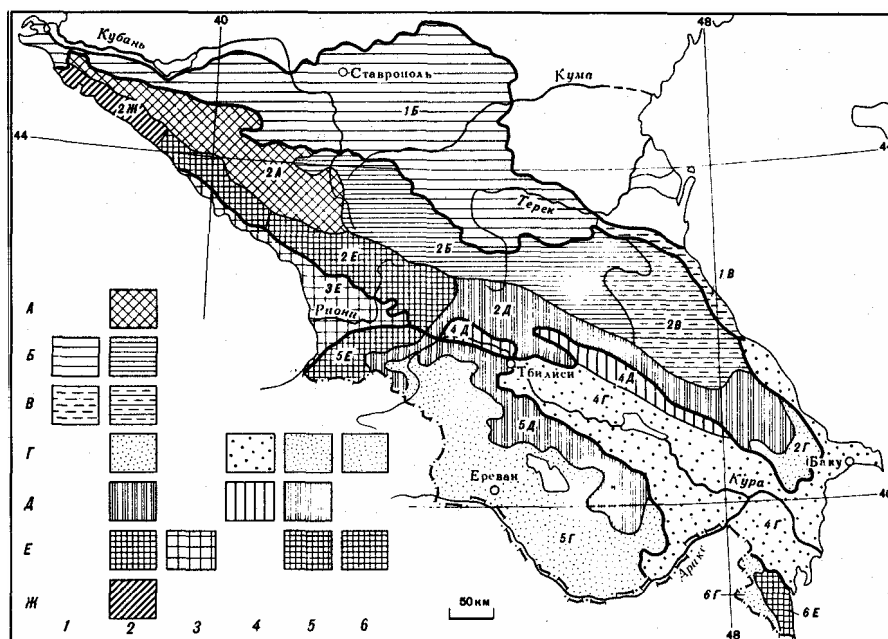


Рис. 57. Физико-географическое районирование Кавказа.

*Ландшафтные зоны:* А — широколиственнолесная барьерно-дождевая, Б — степная, В — полупустынная, Г — пустынная, Д — субсредиземноморская (аридно-лесная), Е — влажная субтропическая барьерно-дождевая, Ж — средиземноморская. *Ландшафтные области:* 1 — Предкавказье, 2 — Большой Кавказ, 3 — Западное Закавказье (Рионская область), 4 — Восточное Закавказье (Кура-Араксинская область), 5 — Малый Кавказ и Армянское Нагорье, 6 — Ленкоранская (Эльбурская) область. *Ландшафтные провинции:* 1Б — 6Е

<sup>1</sup> «Зона влажных субтропиков» — традиционное понятие, хотя здесь мы имеем дело не с самостоятельной зоной, а с барьерным вариантом субсредиземноморской зоны, о чем уже говорилось ранее.

Ландшафтные подзоны хорошо выражены в хребтах меридионального простирания, например на Урале. Соответственно здесь кроме зон и провинций выделяются подзоны в узком смысле слова и подпровинций.

Например, в Уральской горной стране представлены все три подзоны тайги. Приведем примеры всех четырех связующих единиц: зона в узком смысле слова — Таежная зона Урала; подзона в узком смысле слова: Среднетаежная подзона Урала; провинция: Северо-уральская таежная; подпровинции: Североуральская среднетаежная, Североуральская северотаежная, Приполярноуральская северотаежная.

Секторное деление гор можно было бы отразить введением специальной таксономической категории связующего (производного) характера (например для двух частей Урала, относящихся к Восточноевропейскому и Западносибирскому секторам). Но это создает значительное усложнение всей системы. Поэтому целесообразнее отразить секторное деление через провинции, а именно: в тех случаях, когда в пределах отрезка горного хребта, расположенного в одной области и в одной зоне, отчетливо проявляются различия в структуре поясности противоположных макросклонов, обусловленные фактором секторности, выделяются *две самостоятельные провинции*, а не одна. Например, область Южного Урала расположена значительной своей частью в лесостепной зоне. Следовательно, здесь надо было бы выделить Южноуральскую лесостепную провинцию. Однако на западном склоне ландшафты имеют определенно восточноевропейский характер, тогда как на восточном — западносибирский. Принципиально нет препятствий для введения дополнительной таксономической единицы, но во избежание таксономических и терминологических усложнений проще рассматривать указанные две части как разные провинции — Западную южноуральскую лесостепную и Восточную. Таким образом, мы можем ввести следующее уточнение в определении горной ландшафтной провинции: эта связующая единица представляет собой часть *зоны или сектора* в пределах одной ландшафтной области.

В зональном и секторном делении гор находит выражение связь горных и равнинных ландшафтов. Смежные горные и равнинные территории в рамках одной зоны или подзоны обнаруживают сопряженность по различным «каналам» (влияние воздушной циркуляции над равнинами на ландшафты горных склонов, влияние гор на обводнение равнин и т.п.). С высотой зональные и секторные границы естественно сглаживаются и теряют свою четкость, притом их характер сильно усложняется под влиянием орографии. Обычно они приурочены к водораздельным гребням разных порядков. Но поскольку высотно-поясные ряды противоположных склонов часто заканчиваются общим поясом (например ледниковым), это также затрудняет проведение зональных и секторных границ. Однако указанные обстоятельства ни в какой мере не должны препятствовать



зональному и секторному районированию гор. Вспомним, что и на равнинах, где нет никаких принципиальных препятствий для разграничения зон, практически нельзя провести их границы без определенных условностей из-за крайней постепенности переходов (особенно на плоских и сильно заболоченных равнинах).

Остается рассмотреть вопрос о низших таксономических единицах районирования применительно к горным территориям. Исследований по детальному районированию гор пока еще очень мало, и в подходах к такому районированию отсутствует единство. Поэтому здесь излагаются некоторые соображения, не претендующие на универсальность. Общепринятые принципы районирования гор можно будет разработать только на массовом материале по различным территориям, пока же имеются лишь отрывочные примеры, недостаточные для широких обобщений.

Горные провинции и подпровинции в большинстве случаев представляют еще достаточно сложные региональные образования, с различными местными вариантами высотно-поясного спектра и орографической пестротой. В пределах Кубанской провинции Большого Кавказа, например (рис. 57, 2А), наблюдается постепенное увеличение высот с ЗСЗ на ВЮВ, в связи с чем полнота высотно-поясного ряда нарастает в том же направлении; при этом площадь гор сильно расширяется, четко обособляются все три яруса и вместе с тем усложняется орография. Склон Большого Кавказа представлен здесь многочисленными поперечными отрогами Главного Водораздельного хребта, которые в сочетании с продольными линиями главного водораздела, Бокового хребта и куэстовых гряд образуют серию долин, более или менее отгороженных от влажных ветров. В том же восточно-юго-восточном направлении постепенно усиливается общая континентальность климата.

С учетом перечисленных обстоятельств северный склон Большого Кавказа в пределах Кубанской провинции может быть разделен поперек по меньшей мере на три участка, или отрезка, которые можно назвать *ландшафтными округами*, аналогично соответствующему таксономическому рангу на равнинах. В горах под округом понимается часть подпровинции (или провинции, если последняя не делится на подпровинции), охватывающая всю систему поясов от подножий до вершин в пределах ее местного варианта и более или менее обособленная орографически. Примером может служить Тебердинский округ Кубанской провинции, занимающий ее широкую и наиболее континентальную восточную часть, со сложной ячеистой орографической структурой, с полным рядом высотных поясов до гляциального включительно; но типичность суббореального гумидного центральноевропейского спектра, хорошо выраженная в расположенном к западу Лабинском округе, в Тебердинском нарушена, пояс темнохвойных лесов находится здесь на своем восточном пределе и имеет прерывистый характер, на южных склонах появляются фрагменты пояса сосновых лесов (см. рис. 27).

Часть округа в пределах одного ландшафтного яруса — низко-, средне- или высокогорного — можно рассматривать как *подокруг*. В тех случаях, когда отдельные ярусы данного округа в морфоструктурном и тектонико-петрографическом отношении достаточно однородны, округ подразделяется непосредственно на ландшафты, но чаще ситуация бывает более сложной. Так, в Абхазском ландшафтном округе Абхазско-Сванетской влажносубтропической провинции среднегорный подокруг отличается сложным сочетанием ландшафтов известняковых куэстовых хребтов с преобладанием буковых лесов; хребтов на юрских песчаниках и порфиритах с буковыми лесами несколько иного характера, а также с темнохвойными лесами; глубоких продольных долин в нижнеюрской сланцевой толще. Изолированные горные поднятия с развитой ярусностью и по-ясностью, но однородным высотнопоясным спектром также должны выделяться как самостоятельные округа. Но чаще подобные поднятия среди равнин (остаточные низкогорья Кызылкумов, интрузивные массивы Кольского полуострова и др.) представляют одноярусные низкогорные образования и должны быть отнесены либо к рангу подокруга (в случае орографической и структурно-петрографической сложности), либо ландшафта.

### **Ландшафтная структура физико-географических регионов**

Чем выше ранг физико-географического региона, тем он сложнее и выше уровень его разнородности. Между тем в традиционных физико-географических описаниях, построенных по отраслевому (компонентному) шаблону, все регионы выглядят обманчиво однородными. Степень разнообразия и характер внутренней структуры каждого региона лучше всего раскрываются через составляющие его ландшафты и их типологические объединения, т.е. через его *ландшафтную структуру* (см. рис. 56).

В качестве примера сравним ландшафтную структуру среднетаежных подпровинций европейской части СССР (в пределах двух физико-географических стран — Русской равнины и Фенно-Скандии). Для этого используем простейший показатель — набор ландшафтов разных видов, точнее процентное соотношение числа конкретных ландшафтов, относящихся к разным видам, по подпровинциям (табл. 17).

По числу ландшафтных видов, присущих подпровинциям, можно судить о сравнительной степени сложности их структуры. Так, относительным видовым богатством (8 видов) выделяется СевероЗападная подпровинция, тогда как в некоторых подпровинциях мы встречаем лишь по 2 — 3 вида. Различия выражаются, далее, не только в количественных соотношениях видов ландшафтов, но и в их *качественном составе*. Например, некоторые виды ландшафтов присущи только Карельской подпровинции и не встречаются нигде

Т а б л и ц а 17. Ландшафтная структура среднетаежных подпровинций европейской части СССР

Виды ландшафтов	Ландшафтные подпровинции и участие ландшафтов данного вида, % к общему числу ландшафтов подпровинции							
	Карельская	Северо-Западная	Двинско-Мезенская	Северные Увалы	Тиманская	Печорская	Верхне-Камская	Предуральская
<i>Низменные</i>								
Озерно-ледниковые глинистые и суглинистые	4	9	3	-	-	-	-	-
Озерно-ледниковые песчаные и супесчаные	22	25	40	-	17		-	-
Левнеаллювиальные и аллювиально-зандровые песчаные	-	-	-	-	-	-	21	-
Моренные бескарбонатные области Валдайского оледенения	-	6	-	-	-	-	-	-
Моренные бескарбонатные области Московского оледенения	-	-	17	-	-	-	7	-
Цокольные на докембрийских кристаллических породах	13	-	-	-	-	-	-	-
<i>Возвышенные</i>								
Зандровые	4	6	-				29	-
Моренные карбонатные области Валдайского оледенения	-	22	-	-	-	-	-	-
Моренно-эрозионные бескарбонатные области Московского оледенения	-	-	-	50	-	-	21	-
Пластовые на палеозойских и мезозойских пестроцветях с мало-мощной московской мореной	-	-	33	-	-	-	-	-
Моренно-эрозионные области Московского оледенения с покровными бескарбонатными суглинками	-	-	7	17	-		-	25
Холмисто- и грядово-моренные области Валдайского оледенения	4	6	-	-	-	-	-	-
То же, на цоколе из палеозойских карбонатных пород	-	20	-	-	-	-	-	-
Пластовые эрозионные на пермских красноцветях	-	-	-	-	-	-	22	-
Платообразные карстовые на палеозойских карбонатных породах с мало-мощной мореной	-	6	-	-	-	-	-	-
Грядовые на дислоцированных палеозойских и протерозойских породах	-	-	-	-		-	-	-
Цокольные на докембрийских кристаллических породах	23	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение табл. 1 7

Виды ландшафтов	Ландшафтные подпровинции и участие ландшафтов данного вида, % к общему числу ландшафтов подпровинции							
	Карельская	Северо-Западная	Двинско-Мезенская	Северные Увалы	Тиманская	Печорская	Верхне-Камская	Предуральская
Грядовые цокольные на докембрийских кристаллических породах	30	-	-	1	-	-	-	-
Предгорные на палеозойских дислоцированных породах		-	-	-	-	-	-	75

более, другие — свойственны только Северо-Западной подпровинции и т.д. Таких видов ландшафтов, ареал которых замыкается в границах одной подпровинции, оказывается 12 из общего числа 19. Три вида встречаются в двух подпровинциях и по одному виду — в трех, четырех, пяти и шести. Нет таких видов ландшафтов, которые встречались бы во всех подпровинциях. Затем; можно заметить, что многие подпровинции характеризуются своими ландшафтами-доминантами или содоминантами — насколько можно судить по принятому в данном случае показателю. Так, в среднетаежной подпровинции Северных Увалов фоновые, или доминантные, ландшафты явно относятся к виду возвышенных моренно-эрозионных ландшафтов с покровными суглинками; в Двинско-Мезенской подпровинции два содоминантных вида: низменные озерно-ледниковые песчаные и возвышенные пластовые с маломощной московской мореной.

Подсчет *площадей* разных видов ландшафтов вместо числа конкретных ландшафтов, как это сделано в нашем случае, дал бы более точную картину, хотя принципиально вряд ли это повлияет на общие выводы.

Известны более сложные и трудоемкие способы математической формализации пространственных соотношений между ландшафтами внутри регионов высших рангов, в общем аналогичные тем методам, которые применяются для анализа морфологии ландшафта. В.А. Николаев и Л.И. Ивашутина предложили серию показателей ландшафтной структуры физико-географических регионов и рассчитали их для территории Северного и Центрального Казахстана на основе картометрических данных, полученных с ландшафтной карты, и их математической обработки с помощью ЭВМ <sup>1</sup>.

Для характеристики дифференцированности, неоднородности и организованности названные авторы рекомендуют следующие показатели: 1) коэффициент ландшафтной раздробленности — как отношение средних размеров площади индивидуальных ландшафтов

<sup>1</sup> См.: Николаев В.А. Проблемы регионального ландшафтоведения. М., 1979. С. 88 — 108.

к общей площади региона; 2) коэффициент ландшафтной неоднородности, рассчитываемый по специальной формуле, учитывающей число генетических групп (видов) ландшафтов и соотношение их площадей; 3) показатель ландшафтной организованности — как отношение второго коэффициента к первому. Кроме того, предлагается мера контрастности ландшафтной структуры. Она основана на расчете соотношения площадей, занимаемых в каждом регионе ландшафтами, относящимися к разным геоморфологическим уровням (ярусам). Если в регионе присутствуют ландшафты только одного яруса (из пяти), то его структура расценивается как неконтрастная (коэффициент контрастности равен нулю). При наличии двух ландшафтных ярусов, занимающих противоположные позиции в вертикальном профиле (т.е. I и V ярусы), и равенстве их площадей контрастность считается максимальной (100%). В остальных случаях коэффициент вычисляется по формуле, учитывающей площади каждого яруса и меру их контрастности при разных сочетаниях.

Наконец, в качестве меры целостности региона (внутренней связности ландшафтов в его пределах) используется коэффициент сопряженности И. Иверсена:

$$K_{\text{сопр}} = a \cdot 100\% / (a + b + c),$$

где  $a$  — суммарная длина совместных границ двух видов ландшафтов;  $b, c$  — суммы длин границ этих же двух видов ландшафтов с другими видами.

Этот коэффициент выражает долю протяженности совместных границ двух определенных видов ландшафтов от общей длины границ этих ландшафтов со всеми соседними видами и тем самым позволяет выбрать «связки» ландшафтов, имеющие наибольшее интегрирующее значение в регионе (например в подпровинции).

Предлагались и другие показатели, и поиски новых коэффициентов могут быть продолжены до бесконечности, однако вряд ли в этом есть теоретическая или практическая необходимость. Цифры, полученные в результате чрезвычайно трудоемких картометрических работ, имеют некоторое иллюстративное значение, дают дополнительные данные для сравнения регионов, но не обогащают теорию районирования и не могут заменить ландшафтную карту, которая служит наиболее точной моделью ландшафтной структуры регионов, отображающей реальное количественное и качественное разнообразие геосистем, их размещение, площади, конфигурацию и пространственные отношения, как математическое описание человеческого лица никогда не заменит его подлинного портрета. Карта служит единственным источником всех существующих и возможных формул ландшафтной структуры. Показатели этой структуры отражают разные способы математической интерпретации картографической модели и имеют лишь вспомогательное значение.

В заключение следует заметить, что регионы самых высоких рангов в общих чертах уже установлены; в дальнейшем их принципиальная схема и конкретные границы несомненно будут уточняться, но не в этом следует видеть самую актуальную проблему районирования. Актуальность районирования растет с понижением ранга регионов. Чем ниже таксономический уровень регионов, тем выше их теоретическое и практическое значение. Не имея сетки низовых районов, т.е. ландшафтов, невозможно осуществить принцип интеграции в районировании. Схемы физико-географического районирования на уровне ландшафтных зон, секторов, стран, провинций мало перспективны (за редкими исключениями) для прикладного использования. Поэтому усилия географов, направленные на перекраивание сетки высших региональных единиц, мало себя оправдывают. Важнее довести районирование до его естественного нижнего предела, т.е. до ландшафта.



## 7. Ландшафты и человечество

### Ландшафтоведение и взаимодействие природы и общества

Вопросы взаимодействия человека и природы всегда интересовали географов. Долгое время этот интерес имел односторонний характер — географов, как и многих философов, историков и социологов прошлого занимала главным образом проблема влияния природной среды на судьбы человечества, причем проблема эта решалась в духе вульгарного географического детерминизма. Однако со временем акцент стал смещаться на выяснение *судеб природной среды* в связи с растущим человеческим воздействием на нее. Этот новый подход впервые обнаруживается в трудах прогрессивных географов второй половины прошлого столетия — Дж. П. Марша, В. В. Докучаева, А. И. Воейкова. Особую же актуальность эта сторона проблемы приобрела в эпоху современной научно-технической революции, т.е. с середины XX в.

Сохранение природной среды как необходимого условия жизни людей и источника ресурсов для производства стало жизненной проблемой всего человечества. Растущая научно-техническая мощь общества породила глубоко ошибочное представление, будто человек, «покоряя природу», освобождается от ее влияния. Но еще Ф. Энгельс подчеркивал, 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»<sup>1</sup>. За каждое наше пренебрежение к этим законам природа, по выражению Ф. Энгельса, мстит человеку неожиданными последствиями. «Людам, — писал Энгельс, — которые в Месопотамии, Греции, Малой Азии и в других местах выкорчевывали леса, чтобы получить таким путем пахотную землю, и не снилось, что они этим положили начало нынешнему запустению этих стран, лишив их, вместе с лесами, центров скопления и сохранения влаги»<sup>2</sup>.

Человечество — часть природы, и необходимым условием его

<sup>1</sup> Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд. Т. 20. С. 496.

<sup>2</sup> Там же.

существования служит непрерывный обмен веществ (метаболизм) с природной средой. В отличие от животных люди добывают средства к существованию в процессе производства, с помощью орудий труда (изготавливаемых из природных же материалов — дерева, металлов и т.д.). Непосредственный биологический метаболизм, протекающий в процессе осуществления физиологических функций человеческого организма (дыхание, потребление воды, пищи), намного уступает метаболизму производственному, или техногенному, в который вовлекается все растущее количество воды, минерального, растительного и другого сырья и топлива<sup>1</sup>. На производственные нужды тратится, например, столько атмосферного кислорода, сколько хватило бы для дыхания десятков миллиардов людей; в производство вовлекается в тысячи раз больше воды, чем потребляется для поддержания жизни всего населения Земли.

Зависимость общества от природы отнюдь не уменьшается, его связи с природой становятся все более сложными и многообразными. Вспомним хотя бы о роли нефти в современном мировом хозяйстве в сравнении с недавним прошлым. Современная техника более чутко реагирует на изменения физико-географических условий в пространстве и во времени, чем примитивная техника прошлого. Известно, например, что низкие температуры могут вызвать разрушение металлических изделий и конструкций, дорожных, транспортных и строительных машин, мостов, опор линий электропередачи, резервуаров для горючего и т.п. Низкие температуры уменьшают надежность и долговечность резинотехнических изделий и пластмасс. Смазочные материалы при низких температурах становятся очень вязкими, а при высоких — их вязкость слишком сильно уменьшается. Изоляционные материалы при низких температурах теряют эластичность, а при высоких — размягчаются. Лакокрасочные покрытия не выдерживают сильного солнечного освещения и т.д.

Технический прогресс, как это ни покажется парадоксальным, открывая безграничные возможности перед человечеством, все теснее привязывает его к природе множеством новых и неожиданных нитей. Например, на функционирование современного транспорта влияет во много раз больше природных факторов, чем на пешехода или всадника. Современная навигационная техника или авиация требуют знания и учета таких тончайших особенностей природы, о которых лет сто назад еще никто не подозревал. Сейчас на очереди стоит проблема широкого и комплексного физико-географического обеспечения нужд народного хозяйства и других потребностей общества.

«Между отдельными странами, областями и даже местностями, — писал Ф. Энгельс, — всегда будет существовать *известное* неравенство в жизненных условиях, которые можно будет свести до

<sup>1</sup> Поэтому предпочтительно говорить не об антропогенном метаболизме и антропогенное воздействие на природу, а о техногенном.



минимума, но никогда не удастся устранить полностью»<sup>1</sup>. Физическая география традиционно имела дело с выявлением территориальных различий в природных условиях, и эта функция за ней остается. В современную эпоху социальная значимость физической географии, а конкретнее ее раздела — ландшафтоведения, имеющего дело с взаимосвязанными региональными и локальными сочетаниями всех элементов природной среды, неизмеримо возрастает.

Весь исторический опыт человечества свидетельствует о том, что природная среда влияет на жизнь людей и на общественное производство как *целостная система*. Воздействие каждого отдельного природного элемента или компонента зависит от всех остальных. Условия развития сельского хозяйства, к примеру, определяются соотношением всех компонентов геосистемы, которые не могут заменить друг друга. Так, высокое почвенное плодородие сводится на нет при недостатке тепла или влаги, в условиях пересеченного рельефа, не допускающего возможность распашки и т.д. Один и тот же уклон поверхности влияет на работу транспортных машин (например на расход горючего) по-разному в зависимости от того, чем эта поверхность сложена, сухая она или влажная, покрыта ли снегом, что на ней растет, каковы температурные условия во время работы механизма.

Поэтому оценка отдельных параметров геосистемы с какой-либо практической точки зрения (транспортной, сельскохозяйственной, рекреационной и т.д.) в сущности есть абстракция, ибо эти параметры не автономны. Учету и оценке должны подлежать, следовательно, целостные геосистемы, а не отрывочные их части, как это установил еще В. В. Докучаев. Всесторонняя оценка геосистем — одна из главных задач прикладного ландшафтоведения.

Интегральное влияние геосистем любого уровня на современное хозяйство, на освоенность или заселенность территории можно проиллюстрировать с помощью простейших расчетов. Так, плотность населения, как сельского, так и городского, обнаруживает очень четкую связь с типами и подтипами ландшафтов. На территории СССР наиболее высокая плотность сельского населения (60—70 чел/км<sup>2</sup>) присуща суббореальным гумидным (широколиственнолесным) ландшафтам центральноевропейского типа (в Прикарпатье). В восточноевропейских аналогах ландшафтов этого типа она снижается до 30—50 чел/км<sup>2</sup>, а отсюда закономерно уменьшается как к северу (подтайга — около 20, южная тайга — 5—7, северная тайга — менее 1, тундра — менее 0,1 чел/км<sup>2</sup>), так и к югу (лесостепь и северная степь — 20—30, типичная степь — 15—20, полупустыня — 1,5—2,0, пустынях — менее 1 чел/км<sup>2</sup>). Лишь в субтропических ландшафтах плотность сельского населения возрастает до 30—40 чел/км<sup>2</sup>, считая в среднем для равнин и гор (отдельно для равнинных ландшафтов величина будет значительно выше).

Таким образом, в распределении сельского населения отчетливо

<sup>1</sup> Маркс К., *Энгельс Ф.* Соч. 2-е изд. Т. 34. С. 104.

проявляется зональность. Не менее ясно выражена и секторность. Если в восточноевропейской южной тайге плотность составляет 5 — 7, то в западносибирской — лишь около 1, а в восточносибирской — значительно менее 1 чел/км<sup>2</sup>. В западносибирской лесостепи плотность сельского населения в 3 — 4 раза ниже, чем в восточноевропейской.

Распаханность в среднем по территории СССР составляет 10,2%. Однако в центрально- и восточноевропейских широколиственнолесных, лесостепных и северных степных ландшафтах она достигает почти 70%, в типичной степи сокращается до 50 — 60, в подтайге до 20 — 40, в южной тайге составляет менее 10, в средней и северной тайге — менее 1, а в тундре пашен практически нет.

При анализе на более детальном таксономическом уровне обнаруживаются многие интересные детали, отражающие влияние различных ландшафтов и урочищ на расселение и народное хозяйство. В южнотаяжных ландшафтах Ленинградской области распаханность колеблется в диапазоне от 1 до 30%. Здесь выявляется не менее восьми генетических групп ландшафтов с различным сельскохозяйственным потенциалом.

Влияние ландшафтов можно проследить в размещении и размерах населенных пунктов, в условиях жилищного, индустриального, транспортного и другого строительства, в рекреационной деятельности, в заболеваемости природно-очаговыми болезнями, в наборе сельскохозяйственных культур, способах агротехники и др. Конечно, природная среда — не единственный и не решающий фактор в жизни людей. Она не может определять *развитие общества*. Классики марксизма-ленинизма доказали, что развитие общества — это спонтанный процесс, протекающий согласно специфическим внутренним закономерностям. Но, как и всякий процесс, развитие общества требует определенных внешних условий. Приведенные примеры подтверждают слова Ф. Энгельса о том, что территориальные различия в этих условиях невозможно устранить полностью.

В процессе обмена веществ с природой человечество неизбежно изменяет свое окружение и вынуждено приспосабливаться к техно-генным изменениям природной среды, которые до сих пор носили, как правило, негативный характер. Уже первобытные собиратели и охотники в какой-то степени изменяли свое природное окружение. Овладение огнем, возникновение земледелия и животноводства, изобретение металлургии, создание оросительных систем, развитие машинной индустрии — таковы основные вехи растущего «давления» человека на географическую среду.

Но наиболее резкий скачок в истории человеческого воздействия на природу связан с современной научно-технической революцией. Она сопровождается быстрым ростом населения Земли — «демографическим взрывом». После второй мировой войны население планеты выросло более чем в 2 раза и в 1987 г. достигло 5 млрд. человек. Но еще более быстрыми темпами росло мировое производство.

Использование минеральных ресурсов и воды увеличивается ежегодно примерно на 5%, а производство энергии — на 8%. Для современной промышленности характерны энерго- и водоемкие производства, потребляющие огромное количество разнообразного природного сырья.

Отрицательные для общества последствия воздействий на природную среду имеют двоякий характер. С одной стороны, они выражаются в истощении необходимых для производства ресурсов, а с другой — в ухудшении качества жизненной среды людей. При современных темпах роста производства, если принципиально не изменится технология использования природных ресурсов, существует реальная угроза истощения многих из них (в том числе нефти, многих металлов, прироста древесины, гидроэнергоресурсов) уже в ближайшие десятилетия. Ресурсы речного стока могут оказаться истощенными качественно — из-за загрязнения уже к 2000 г. Земельные ресурсы, определяемые площадью суши, конечны. Все лучшие земли уже практически освоены. Между тем требуется все больше площадей для производства продовольствия, для открытых горных разработок, для строительства городов, коммуникаций, водохранилищ, для рекреации и т.д. Кроме того, пока не поздно, необходимо изъять часть территории из хозяйственного использования и сохранить в неприкосновенности эталоны типичных геосистем. Рациональное использование земельного фонда — проблема, решение которой находится главным образом на ответственности ландшафтоведа.

Процесс ухудшения естественных условий жизни человечества является как бы побочным эффектом производственного метаболизма. Энергетика и промышленность выделяют в географическую оболочку огромное количество тепла и различных производственных отходов, в том числе токсичных веществ. Города добавляют к этому ежегодно многие миллионы тонн бытовых отходов, сельскохозяйственные земли — миллионы тонн удобрений и ядохимикатов, вовлекаемых в геохимический круговорот. Истребление лесов может привести к постепенному ухудшению кислородного баланса атмосферы, поскольку лес — основной источник поступления кислорода, могущий в какой-то мере компенсировать его затраты на сжигание топлива. Нет нужды доказывать ухудшение эстетических и рекреационных качеств природной среды в густонаселенных и сильно освоенных районах.

Перед человечеством стоит задача оптимизировать свои отношения с природой. Эта задача имеет междисциплинарный характер, и в ее научной разработке должны участвовать экономисты, биологи и представители многих других специальностей, однако есть основания утверждать, что ключевое положение здесь должно принадлежать географии, а точнее — учению о геосистемах.

Географы разработали синтетическую концепцию природной среды и доказали, что среда представляет собой не механический набор

различных условий и ресурсов, а организованную целостность, состоящую из иерархически соподчиненных геосистем разных порядков. Не аморфная «природа», или «природная среда», а именно геосистемы должны служить объектами научно обоснованной оптимизации. Негативные последствия человеческого воздействия на природу возникают вследствие нарушения структуры и функций геосистем, их вертикальных и горизонтальных связей. Незнание или игнорирование геосистемных связей и служит причиной разного рода побочных, непредвиденных последствий, которые воспринимаются обществом как негативные и нежелательные. При разработке проектов оптимизации природной среды необходимо принимать во внимание различные уровни организации геосистем, их иерархичность. Системы локального уровня менее устойчивы к внешнему воздействию, чем региональные геосистемы. В то же время мы знаем, что географическая оболочка континуальна, что ее региональные и локальные структурные части — системы открытого типа, связанные между собой многообразными потоками вещества и энергии. Поэтому даже небольшие по масштабу нарушения геосистем трудно локализовать. Локальные воздействия могут распространяться далеко за пределы источника воздействия посредством стока, циркуляции воздушных масс и по другим каналам. Кумулятивный эффект подобных частных воздействий приобретает в конечном счете глобальное значение, т.е. сказывается на состоянии эпигеосферы как целого.

Отсюда следует, что решение проблемы оптимизации в глобальных масштабах надо искать не в попытках «сразу» перестроить географическую оболочку, путем таких рискованных мероприятий, как изменение циркуляции воздушных масс и морских течений, растопление материковых и морских льдов и т.п. (подобные предложения существуют), а путем накопления позитивных локальных и региональных изменений. С точки зрения ландшафтоведения это означает, что современные ландшафты, в той или иной степени нарушенные нерациональным хозяйственным воздействием, необходимо перестроить в *культурные ландшафты*. В разработке научных основ проектирования культурных ландшафтов следует видеть конечную цель ландшафтоведения.

Ландшафтные исследования по оптимизации природной среды должны состоять из двух главных частей (этапов).

1. Фундаментальная часть исследований состоит во всестороннем анализе человеческого воздействия на структуру и функционирование геосистем, в познании «механизмов» этого воздействия, устойчивости к нему геосистем разных порядков и типов, характера образующихся модификаций и их динамики.

2. Прикладная часть состоит в том, чтобы применить полученные теоретические выводы к решению конкретных практических задач по рациональному использованию, охране, улучшению (мелиорации),

рекультивации) геосистем. Синтезом всех этих разработок должен явиться проект культурных ландшафтов.

В соответствии с задачами данного курса далее мы сосредоточимся на фундаментальных (теоретических) проблемах воздействия человека на ландшафты, не касаясь собственно прикладных вопросов, которым посвящены специальные руководства<sup>1</sup>.

### **Некоторые дискуссионные подходы к анализу человеческого воздействия на ландшафты**

Географы пытаются проникнуть в механизм техногенных нарушений геосистем и установить его географические закономерности. Но в имеющихся по этим проблемам суждениях еще много спорного и нерешенного.

До сих пор не вполне изжиты пафос «преобразования природы» и пренебрежительное отношение к объективным природным законам (известное в литературе как «географический нигилизм»). Встречаются безосновательные утверждения, будто антропогенная деятельность по своим масштабам уже сравнялась с природными процессами, а в ряде случаев даже превзошла их. А отсюда делается вывод, что теперь географическая оболочка приобрела «природно-общественный характер» и природные системы стали функционировать и развиваться по социальным законам.

В этих утверждениях многое представляется ошибочным. Прежде всего здесь преувеличена роль техногенного «вклада» в природные процессы. Так, на техногенную составляющую приходится примерно 1% от естественного глобального влагооборота, а что касается других процессов, то там соответствующая доля еще ниже. Например, величина техногенного тепла, поступающего в географическую оболочку, составляет тысячные доли процента по отношению к поступлению солнечного тепла. Конечно, эти цифры не дают оснований для самоуспокоенности, поскольку в будущем они могут возрасти, а в настоящее время в отдельных локальных ситуациях уже приблизились к критическим значениям. Но в любом случае было бы философской ошибкой считать, что природа стала развиваться по общественным законам.

Общественные законы присущи высшей, социальной форме движения; в соответствии с общественными законами происходит классовая борьба, вступают в противоречия производительные силы и производственные отношения, совершаются социальные революции, сменяются общественные формации. Нелепо приписывать такие процессы природным системам, будь то системы неизменные или измененные человеком. Общественные законы руководят поведением людей, но не геосистем. Все вещества, материалы, процессы техногенного происхождения подчинены тем же природным (физическим,

<sup>1</sup> См.: Исаченко А. Г. Прикладное ландшафтоведение. Л., 1976. С. 150; Исаченко А. Г. Методы прикладных ландшафтных исследований. Л., 1980. С. 222.

химическим, биологическим) законам, что и их естественные аналоги. Производственные выбросы вовлекаются во всеобщий круговорот веществ, мигрируют, вступают в реакции, аккумулируются; антропогенная эрозия подчинена законам механики; домашние животные и культурные растения живут также отнюдь не по общественным законам.

Конструктивному подходу к познанию антропогенных и техногенных трансформаций в природных комплексах вряд ли способствует антропоцентрический взгляд на природу вообще и на геосистемы в частности. Согласно этому взгляду, существует суперсистема «природа-общество», в которой природа — подчиненный блок, выступающий не как объективная реальность, заслуживающая самостоятельного изучения, а как «средство удовлетворения многосторонних потребностей общества». Некоторые авторы утверждают, что теперь ландшафт как бы перестал быть самим собой и «превратился» в предмет и средство труда или в экосистему человека, в которой человек — «хозяин», а все остальное представляет интерес постольку, поскольку служит ему на потребу.

Мы уже приводили слова Ф. Энгельса о том, что суть господства человека над природой состоит в *умении познавать ее законы и правильно их применять*. «Господство над природой, проявляющее себя в практике человечества, — писал В. И. Ленин, — есть результат объективно-верного отражения в голове человека явлений и процессов природы...»<sup>1</sup>. Исторический опыт человечества доказывает, что чем выше уровень развития производства и чем глубже оно вторгается в природный комплекс, тем лучше нужно знать его естественные «механизмы», тем полнее надо учитывать действующие в нем объективно, независимо от нас природные закономерности.

За последние годы интерес ландшафтоведов к человеческому воздействию на ландшафты существенно усилился. Впечатление о растущей технической мощи человека оказало свое гипнотическое влияние на представления в этой области. Существует мнение, что подавляющее большинство современных ландшафтов — антропогенные, т.е. буквально — созданные человеком, или «рукотворные»<sup>2</sup>.

Согласно Ф. Н. Милькову, достаточно изменить любой компонент, например почвы или животный мир, чтобы ландшафт «автоматически и незамедлительно» превратился в антропогенный. Уровень сложности (таксономический ранг) при этом не имеет значения, антропогенными стали в равной степени не только фации или урочища, но и целые зоны. Этот автор различает несколько классов антропогенных ландшафтов: сельскохозяйственные, селитебные (включая малоэтажные и многоэтажные), промышленные, водные, лесокультурные, дорожные и др. К антропогенным ландшафтам он относит курганы, старые оборонительные земляные валы, скотопрогоны,

<sup>1</sup> Ленин В. И. Полн. собр. соч. Т. 18. С. 198.

<sup>2</sup> См.: Мильков Ф. Н. Человек и ландшафты. М., 1973. С. 224; Мильков Ф. Н. Рукотворные ландшафты. М., 1978. С. 86.

вырубки, скопления камней, возникшие при очистке полей от валунов, и т.п. В литературе среди антропогенных ландшафтов упоминаются плантации розы, шалфея и лаванды, «рисовые ландшафты», «чайные ландшафты» и т.п.

У каждого объекта должно быть свое пространство выявления, но у антропогенных ландшафтов, по-видимому, такового нет; они как бы безразмерны, и минимальные их размеры ничем не ограничены. Антропогенным ландшафтом логично считать, например, телеграфный столб (у одного автора в качестве примера приводится триангуляционный знак) .

Как известно, понятие «ландшафт» (независимо от того, понимать ли его в общем или строго таксономическом значении) предполагает идею *комплекса*, включающего некоторые обязательные (облигатные) компоненты, такие, как климат, твердый фундамент и другие, притом не в виде случайного набора, а в их взаимной обусловленности. Ландшафт нельзя именовать по одному компоненту, например «эрозионный» (это говорит лишь о рельефе), «еловый» или «черноземный». Впрочем «еловый» или «черноземный» косвенно все же говорит о чем-то большем, нежели только о почве или растительности. Но о чем с ландшафтно-географической точки зрения говорит «малоэтажный» или «рисовый»? Антропогенные ландшафты в указанном смысле никак не привязаны к природной основе ландшафта, оторваны от нее, существуют как бы сами по себе, как будто природная основа перестала существовать или потеряла свое значение <sup>1</sup>.

По существу то, что называется антропогенным ландшафтом, это лишь различные проявления человеческой деятельности в ландшафте, которые подразделяются на две группы: 1) типы использования земель, или угодья (пашни и плантации — с рисом, лавандой и чем угодно, пастбища, сады и т.п.) и 2) инженерные сооружения и их комплексы (мало- и многоэтажные здания или целые кварталы и города, дороги, древние оборонительные валы и пр.) . От того, что к каждому из них мы прибавим слово «ландшафт», т.е. переименуем населенные пункты в селитебные ландшафты, или, скажем, поле гороха в гороховый ландшафт, ни наука, ни практика ничего не выиграют.

Не на пользу идут и предложения отказаться от общепринятых научных названий ландшафтных зон (лесостепь, степь, зона муссонных тропических лесов и т.п.) и отныне считать степную зону полевой, лесотундровую — пастбищной, южную часть лесной зоны лесопольной и т.д. Предлагают передать изучение природных зон палеогеографии, как будто в зоне муссонных тропиков из-за сильной вырубки лесов прекратилась муссонная циркуляция атмосферы, изменился поток солнечной радиации, исчез характерный режим

<sup>1</sup> Понятие «антропогенное ландшафтоведение» (как противоположность «природному ландшафтоведению») крайне неудачно с семантической стороны: буквально оно означает «ландшафтоведение, созданное человеком».

увлажнения или стерлись с лица земли горные хребты с их высотными поясами. В степи вместе с распашкой вовсе не исчезли те зональные факторы, которые обуславливают все тот же степной климат или наличие черноземов, наконец, в этой «полевой» зоне почему-то возделывают пшеницу и подсолнух, а не чайный куст и кокосовую пальму.

В «антропогенном ландшафтоведении» часто дело не идет дальше констатаций внешних проявлений человеческой деятельности в ландшафте. Это направление не дает ответа на многие принципиальные вопросы, например: может ли человек *создать новый ландшафт* (в буквальном, точном смысле слова, без подмены ландшафта угодьями или постройками) и достаточно ли для этого изменить любой его компонент? в какой степени характер техногенных трансформаций геосистемы зависит от ее ранга и типа? каково действительное место антропогенных и техногенных новообразований в ландшафте: являются ли они чем-то внешним, посторонним для ландшафта или же могут рассматриваться как его компоненты или элементы, представляют ли самостоятельные системы или образуют систему нового типа вместе с природной основой и насколько они устойчивы? как человек изменяет структуру и функции ландшафта, насколько эти изменения обратимы или необратимы? каким динамическим сменам подвергается ландшафт в результате человеческого воздействия? как классифицировать ландшафты, испытавшие или подвергающиеся антропогенному и техногенному воздействию?

Не на все эти вопросы сейчас можно дать исчерпывающие ответы, но вероятно надо начинать с анализа результатов человеческого вмешательства во внутренний «механизм» геосистем.

### **Техногенные воздействия на структуру и функционирование геосистем**

Функциональный подход к изучению техногенных воздействий на ландшафты предполагает прежде всего анализ нарушения вертикальных и горизонтальных связей. Входные воздействия (на тот или иной элемент или компонент) передаются по цепочкам вертикальных связей на другие компоненты, а по каналам горизонтальных связей — на иные геосистемы. Отсюда возникают разного рода побочные нарушения структуры и функций не только геосистемы, подвергающейся непосредственному воздействию, но и систем, более или менее отдаленных от нее.

**Нарушения гравитационного равновесия и их побочные следствия.** Нарушение гравитационного равновесия, приводящее к механическому перемещению масс в геосистемах, может быть вызвано как прямым, так и косвенным хозяйственным воздействием. Наиболее интенсивное непосредственное техногенное перераспределение литосферного материала осуществляется при добыче полезных ископаемых и земляных работах. Ежегодное количество извлекаемого



при этом в мире твердого вещества измеряется величиной порядка  $10^{11}$  т. Первичный географический эффект этой деятельности— появление техногенных форм мезорельефа: терриконов (высотой до 300 м, площадью в десятки гектаров), отвалов (высотой до 100—150 м, протяженностью до 1,5—2,0 км), карьеров (глубиной до 500—800 м, площадью до нескольких км). Каждое из этих образований в отдельности имеет локальный характер и чаще сопоставимо с урочищами, однако их комплексы в горнопромышленных районах, на площадях в сотни и тысячи км<sup>2</sup>, формируют своеобразную техногенную морфологию ландшафтов. Для городских территорий более характерно выравнивание рельефа (искусственное заполнение грунтом мелких долин, оврагов, балок и др., аккумуляция «культурного слоя»), но создаются и специфические насыпные формы (дорожные насыпи, дамбы и др.), все чаще практикуется создание искусственных намывных грунтов.

Создание техногенных форм рельефа стимулирует вторичные гравигенные процессы. Терриконы и карьеры дают начало обвалам, осыпям, оползням, отвалы и терриконы подвергаются смыву, размыву, развеванию. Пустоты, образующиеся при подземных выработках, часто вызывают муьды проседания и провалы глубиной в десятки метров. Аналогичные явления наблюдаются при откачке подземных вод. В больших городах площади мульд оседания измеряются сотнями, а иногда тысячами км<sup>2</sup>, оседание поверхности в Мехико достигло 9 м, в Токио — 7 м. Уплотнение и оседание грунтов происходит под влиянием нагрузки, создаваемой различными сооружениями и водохранилищами.

Побочный эффект техногенного перемещения горных пород затрагивает другие функции ландшафта и приобретает более широкий радиус действия. Прежде всего следует отметить нарушения влагооборота и водного баланса. Так, вследствие дренирующего воздействия карьеров и откачки вод подземные воды истощаются на расстоянии, многократно превышающем ширину карьера. Создание насыпей и дамб усугубляет застой поверхностных вод и заболачивание.

Особая группа процессов связана с побочным воздействием на геохимический круговорот. В терриконах и отвалах пустой породы, золы, шлака теплоэлектростанций содержатся различные соли, сульфиды и другие, нередко токсичные вещества, которые вовлекаются в «дальнюю» миграцию, загрязняя поверхностные, подземные воды и воздух (некоторые газы, в том числе SO<sub>2</sub>, попадают в атмосферу в результате самовозгорания остатков каустобиолитов в отвалах). Интенсивность этой миграции усугубляется отсутствием стабилизирующего растительного покрова из-за токсичности и неблагоприятности физических свойств субстрата, слагающего техногенные формы рельефа. Вещество, извлекаемое из земной коры, служит источником перераспределения (рассеяния и концентрации) многих химических элементов по всей земной поверхности.

Как ни внушительны масштабы прямого (целенаправленного)

техногенного перемещения вещества, они на целый порядок уступают техногенным процессам иного рода, а именно механической обработке почвы — ее рыхлению, переворачиванию, перемешиванию. Этим путем ежегодно «перерабатывается» не менее  $3 \cdot 10^{12}$  т твердого почвенного вещества, притом на площади, составляющей примерно десятую долю всей поверхности суши. Механическая обработка почвы, резко ослабляющая сцепление твердых частиц, в сочетании с уничтожением естественного растительного покрова, приводит к нарушению неустойчивого гравитационного равновесия в пахотном слое и развитию вторичных гравигенных процессов — смыва, линейной эрозии, дефляции.

На Земле подвержено эрозии не менее 6 — 7 млн. км<sup>2</sup> (из 15 млн. км<sup>2</sup> обрабатываемой площади). Эрозия и дефляция ежегодно безвозвратно уносят с поверхности суши миллиарды тонн почвенных частиц. В интенсивно эродируемых районах потери могут превышать 30 т/га в год. Вынос материала сопровождается образованием эрозионных и эоловых форм рельефа и аккумуляцией наносов в понижениях и водоемах. Дополнительным фактором механического перемещения почвенно-грунтового материала и образования вторичных форм рельефа служит интенсивный выпас скота, особенно в условиях аридного климата и легкого механического состава почв. Во многих ландшафтах для нарушения гравитационного равновесия достаточно свести естественный растительный покров. Особенно чувствительны к этому горные ландшафты, где истребление лесов активизирует эрозию, обвалы, осыпи, лавины, селевые потоки. В ландшафтах области многолетней мерзлоты толчком для гравигенных процессов могут служить всякие воздействия, нарушающие тепловое равновесие в верхней части мерзлой толщи — уничтожение растительного покрова, строительство, спуск теплых сточных вод и др. Протаивание льдистой мерзлой толщи приводит к просадкам, образованию термокарстовых впадин, солифлюкции, оползням.

Важная с точки зрения функционального анализа геосистем особенность гравигенных процессов техногенного происхождения практически *необратимый характер*.

**Изменения влагооборота и водного баланса.** Из всех звеньев влагооборота наибольшему целенаправленному преобразованию подвергается сток; косвенным изменениям подвержены также испарение и транспирация, перспективы изменения атмосферных осадков в ощутимых масштабах весьма проблематичны. Следует различать воздействия на процессы формирования стока на водосборах и на водотоки как таковые. Первые непосредственно затрагивают функционирование геосистем.

Один из самых радикальных способов преобразования водного баланса наземных геосистем — искусственное орошение, на которое уходит не менее  $\frac{3}{4}$  забираемой из рек воды. В мире искусственно орошается примерно 2,2 млн. км (1,5% площади суши). В среднем на 1 га расходуется ежегодно 12 — 14 тыс. т воды (1200 — 1400 мм).

Часть этой воды теряется на инфильтрацию и непродуктивное (физическое) испарение и лишь около половины транспирируется культурными растениями.

Помимо основного ожидаемого эффекта — производства биомассы (как следствия интенсификации влагооборота и биологического круговорота веществ) в результате ирригации в той или иной степени затрагиваются и другие, сопряженные функциональные звенья геосистем. По сравнению с естественными условиями многократно (в тропиках — до 20 раз) увеличивается затрата тепла на испарение и сильно уменьшается его турбулентная отдача в атмосферу. С другой стороны, озеленение поверхности приводит к уменьшению альбедо и сокращению эффективного излучения, так что в результате радиационный баланс возрастает. Средняя температура воздуха и почвы повышается, но суточная амплитуда уменьшается на 10—12° С. Интенсивная инфильтрация в условиях слабого дренажа может привести к поднятию уровня минерализованных грунтовых вод и вторичному засолению. В некоторых ландшафтах возможно заболачивание, в других — усиление эрозии.

На богарных пахотных землях в ландшафтах с неустойчивым и недостаточным увлажнением (лесостепных, степных) агротехнические мероприятия приводят не к столь радикальным, как в оазисах, преобразованиям стока и водного баланса, но с широким радиусом действия. Прimitивная агротехника способствует усилению поверхностного стока. Зяблевая пахота повышает инфильтрационную способность почв и тем самым запасы почвенной влаги, сокращает поверхностный сток и, по-видимому, несколько увеличивает питание грунтовых вод. Лесные полосы перехватывают весенний сток с полей, задерживают снег, уменьшают непродуктивное испарение. Травосеяние также увеличивает инфильтрацию и сокращает поверхностный сток. Дополнительный эффект дает снегозадержание. Аналогичное действие оказывает террасирование склонов. В целом любые меры по интенсификации земледелия и повышению урожайности (а следовательно, и транспирации) ведут к перестройке водного баланса в сторону сокращения поверхностного стока; вместе с тем уменьшается интенсивность смыва почв и эрозии.

В зонах избыточного увлажнения основным фактором воздействия на водный баланс служит осушительная мелиорация. Сток с осушенных болот вначале обычно возрастает, но в дальнейшем процесс может протекать по-разному. Высокопродуктивные сельскохозяйственные угодья на месте осушенных болот нередко требуют периодического применения искусственного орошения. В целом влияние осушительной мелиорации на сток проявляется неоднозначно в различных ландшафтах.

Существенной трансформации подвергается водный баланс и водный режим на территории городов. Усилению поверхностного стока способствуют застройка, искусственные покрытия, водостоки, уборка снега. Откачка подземных вод и снижение пьезометрических уровней

на десятки и даже сотни метров могут привести к уменьшению и даже прекращению грунтового питания рек (что произошло с рекой Москвой в пределах Москвы) . Подпор грунтовых вод, создаваемый подземными сооружениями, и уплотнение грунтов вызывают подтопление и затопление подвалов, конденсацию влаги под зданиями.

Что касается преобразования гидросети и руслового стока, то при современном уровне гидротехнического строительства это стало обычным делом. Из всех относящихся сюда вопросов мы кратко остановимся лишь на географической роли искусственных водохранилищ. Создаваемые для регулирования руслового стока (в гидроэнергетических, мелиоративных, транспортных и других хозяйственных целях), водохранилища оказывают прямое и косвенное влияние на наземные геосистемы.

Появление водохранилища — это прежде всего замена наземных геосистем водным природным комплексом, и такая замена осуществлена уже примерно на 0,3% площади суши. Часть этой площади испытывает своеобразный «земноводный» режим: при сработке уровня в меженный период обнажается значительная часть площади дна (у равнинных водохранилищ до 50%) .

Проблеме влияния искусственных водохранилищ на окружающую территорию посвящены многочисленные исследования <sup>1</sup>. Отметим лишь основные вторичные процессы: переработка берегов (размыв, активизация оползней, обвалы, провалы); подпор грунтовых вод, повышение их уровня и подтопление пониженных участков, а отсюда — заболачивание лесов, сельскохозяйственных и других угодий; некоторое изменение местного климата (выравнивание температурного режима, увеличение влажности воздуха, изменение скорости и направления ветра) . Эффект этих воздействий и их пространственные пределы зависят от структуры прилегающих ландшафтов и от параметров самого водохранилища. Практически значимое климатическое влияние самых крупных равнинных водохранилищ ощущается на расстоянии до 1 — 3 км от берегов, хотя приборы могут зарегистрировать его на расстоянии в 10 и даже 30 — 45 км. Подтопление распространяется чаще на сотни метров или первые километры от берегов водохранилища.

В нижнем бьефе водохранилища из-за прекращения поемного режима нередко деградируют пойменные геосистемы на протяжении десятков и сотен километров. Кроме того, действие крупных гидро-узлов сказывается на отдаленных внутренних водоемах, уровень которых падает вследствие забора воды из рек и водохранилищ на орошение и другие хозяйственные нужды (примером может служить Аральское море). В водохранилищах отлагается часть речных наносов, в результате чего сокращается твердый сток рек, нарушается равновесие между поступлением и удалением твердого

<sup>1</sup> См., например: Вендров С. Л., Дьяконов К. Н. Водохранилища и окружающая среда. М., 1976. С. 136.

материала в устьевой зоне морского побережья, происходит разрушение берегов, сокращается рост дельт.

**Нарушение биологического равновесия и биологического круговорота веществ.** Биота чрезвычайно чувствительна к человеческому воздействию и подверглась наиболее сильному преобразованию. Многие биоценозы испытали перестройку, другие полностью замещены искусственными сообществами. Изменение биоценозов вызывает нарушения в других звеньях функционирования геосистем, о чем уже отчасти упоминалось. Особенно велико стабилизирующее значение лесов, поддерживающих неустойчивое равновесие между компонентами геосистем в условиях расчлененного рельефа, слабых грунтов, многолетней мерзлоты, экстремального климата (с недостатком или избытком тепла и влаги). Площадь лесов на Земле в результате хозяйственной деятельности сократилась, по-видимому, не менее чем на 30 млн. км<sup>2</sup> и продолжает сокращаться. Это обусловило нарушение гравитационного равновесия и водного баланса во многих ландшафтах. Аналогичные следствия вызывает нарушение травяного и кустарникового покрова, а также мохово-лишайникового (в тундре), главным образом, из-за перегрузки пастбищ. Нерациональное скотоводство, по-видимому, ускорило процесс естественной аридизации Сахары.

Преобразование растительного покрова как главной части биоценоза и продуцента первичной биомассы ведет к более или менее серьезным нарушениям геохимических функций геосистем. Биологический метаболизм играет важнейшую роль в круговороте углерода, кислорода, азота, фосфора и ряда других элементов. Замена естественных биологических сообществ культурными, как правило, приводит к уменьшению общей биологической продуктивности и соответственно интенсивности биологического метаболизма. С урожаем культурных растений ежегодно из почвы отчуждаются сотни миллионов тонн зольных элементов и азота. Так, с урожаем пшеницы выносятся (в кг на 1 га): азота — 70, фосфора — 30, калия — 50, кальция — 30; с урожаем картофеля — соответственно 90, 40, 160, 76.

По некоторым расчетам, почва со средним содержанием минеральных веществ может быть полностью истощена в результате изъятия урожая в течение 15 — 150 лет. Наиболее неустойчив баланс минеральных веществ почв, формирующихся в условиях влажного климата и интенсивного выщелачивания, т. е. подзолистых и особенно почв влажных тропических и экваториальных лесов. В естественных условиях баланс поддерживается лесной растительностью, способной накапливать огромную фитомассу и осуществлять интенсивный круговорот веществ. Вырубка лесов, а также корчевка пней, уничтожение подстилки ведут к изъятию из локального круговорота большого количества азота, кальция, фосфора и других элементов и к истощению почвы.

Напомним о косвенном влиянии уничтожения растительности и распашки на необратимую потерю химических элементов из почвы.

В США, например, в 30-е годы с полей ежегодно смывалось в реки 1,5 — 3,0 млрд. т почвенных частиц, и почвы теряли до 40 млн. т азота, калия и фосфора.

С целью компенсировать недостаток элементов минерального питания растений применяются химические удобрения. Однако внесение в почву удобрений не может восполнить все потери. В некоторых сильно эродированных районах с полей смывается в 100 раз больше азота, калия и фосфора, чем вносится с удобрениями. Кроме того, поскольку удобрения не могут полностью усваиваться растениями, до 40 — 50 % вносимого в почву количества (что составляет десятки и даже сотни кг/га) вымывается с полей и вовлекается в неконтролируемую водную миграцию.

Особые проблемы возникают в связи с растущим применением пестицидов. Попадая в пищевые цепи, они прогрессирующим образом накапливаются в тканях организмов по мере перехода от низших звеньев цепи к высшим. Это свойство определяет возможность их распространения (например в организме птиц) далеко за пределы того участка, где они были применены.

Многие растения обладают избирательной способностью к поглощению тех или иных техногенных веществ, в том числе радиоактивных (лишайники, например, способны захватывать их непосредственно из воздуха), и тем самым способствуют дальнейшей передаче их по пищевым цепям или накоплению в геосистемах.

Наиболее глубокие изменения функций геосистем, вызванные нарушением биологического равновесия и биологического круговорота веществ, проявляются в локальных масштабах. Однако некоторые косвенные последствия подобных нарушений могут распространяться на более обширные пространства через сток, транспортировку и аккумуляцию наносов, трофические связи и водную миграцию химических элементов.

**Техногенная миграция химических элементов в геосистемах.** Техногенный геохимический круговорот — одно из самых специфических и трудно контролируемых проявлений современного вмешательства человека в функционирование геосистем. В процессе производства создаются тысячи новых соединений, многие из которых в естественных условиях не образуются. Часть из них предназначена для целенаправленного воздействия на природную среду (удобрения, пестициды), но большинство вводится в геохимический круговорот непреднамеренно — в виде отходов производства, различных отходов, использованных промышленных изделий. Среди элементов земной коры, вовлеченных в техногенный круговорот, на первом месте стоит углерод, далее следуют Ca, Fe, Al, Cl, Na, S, N, P, K, Cu, Zn и др.

Многие техногенные элементы начинают миграцию в воздушной среде. Основную массу выбросов в атмосферу составляет диоксид углерода  $\text{CO}_2$  (не менее 10 — 15 млрд. т ежегодно) — главный продукт сжигания топлива: ему сопутствуют другие газы — оксид угле-

рода СО (основной источник поступления — двигатели внутреннего сгорания, а также нефтеперерабатывающие предприятия), сернистый ангидрид  $\text{SO}_2$  (образуется при сжигании и переработке нефти и угля, сланцев, выплавке цветных металлов, производстве серной кислоты, цемента, целлюлозы и т.д.), окислы азота, углеводороды (те и другие в основном входят в состав выхлопных газов автомобилей) и др. Кроме газов в атмосферу попадают твердые продукты сгорания топлива и пыль, поставляемая многими отраслями промышленности (цементной, угольной, абразивной и др.), а также пыльными бурями. Главный компонент пыли — кремниевый ангидрид  $\text{SiO}_2$ , кроме того, в ней могут содержаться Pb, Zn, As, Ni, Co, Sb и др. Крупные пылевые частицы поднимаются лишь на сотни метров и довольно быстро оседают под действием силы тяжести. Мелкие частицы вымываются атмосферными осадками или месяцами находятся во взвешенном состоянии, а самые мелкие ( $<1$  мкм) распространяются почти по всей тропосфере и годами не выпадают на поверхность.

Из-за подвижности воздушной среды атмосферные загрязнения (в том числе радиоактивные) способны распространяться на тысячи километров. Копоть и сажа из промышленных центров Европы отлагаются на горных ледниках. Часть воздушных мигрантов попадает в почву, растворяется в поверхностных и грунтовых водах, вовлекается в пищевые цепи, некоторые из них поглощаются непосредственно водами Мирового океана, другие переходят в водное звено круговорота с атмосферными осадками, выносятся с речным стоком в океан, где заканчивают свою миграцию.

Среди техногенных воздушных мигрантов наибольшее физико-географическое значение может иметь диоксид углерода. По некоторым данным, его концентрация в атмосфере возросла лишь за одно десятилетие на 13 %. Относительно баланса  $\text{CO}_2$  в атмосфере пока еще многое остается неясным. Известно, что часть ее избытка растворяется в водах океана (но поглощают ее только холодные воды, тогда как теплые — выделяют). Кроме того, повышение концентрации углекислоты в воздухе стимулирует фотосинтез, и можно ожидать усиления ее изъятия по мере увеличения интенсивности земледелия. С повышением парциального давления  $\text{CO}_2$  связано также увеличение ее концентрации в поверхностных водах (что находит локальное проявление в усилении растворяющего действия водных растворов на известняки, доломиты, а также на бетон). Основным предполагаемый глобальный эффект возрастающей концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере — это ее возможное влияние на тепловой баланс Земли (см. ниже).

Оксид углерода из-за своей легкости распространяется по всей толще тропосферы. Его средняя концентрация незначительна, но локально (в крупных городах) может возрасть в 200 — 300 раз. Некоторая часть техногенной СО поглощается водами океана или окисляется в озоновом слое атмосферы до  $\text{CO}_2$ .

Сернистый ангидрид оказывает вредное влияние на древесную растительность (с ним связывают, в частности, массовую гибель пихты в некоторых районах Западной Европы) . Лишайники погибают уже при концентрации  $\text{SO}_2$  0,01 — 0,02 на 1 млн. Пагубное влияние  $\text{SO}_2$  сказывается также на почвенных микроорганизмах. На частицах дыма сернистый ангидрид каталитически окисляется до серного ангидрида  $\text{SO}_3$ , который, растворяясь в воде, превращается в серную кислоту, выпадающую с осадками («кислотные дожди»).

Эффект атмосферных загрязнений наиболее интенсивно проявляется в непосредственной близости от их источников, главным образом в крупных городах и промышленных центрах. Под действием серной кислоты стены зданий подвергаются химическому выветриванию, в результате которого образуется сравнительно легко растворимый гипс. Смог, образующийся над городами, содержит сотни различных соединений, нередко опасных для здоровья (в том числе канцерогенных). Смог уменьшает поступление солнечной радиации (особенно ее ультрафиолетовой части) на 30 — 40 %, а повышенное содержание ядер конденсации и сублимации в воздухе вызывает локальное увеличение облачности и осадков (на 5 — 10 %) и в особенности туманов.

Большинство техногенных выбросов проходит через водный цикл миграции. Некоторые из них попадают непосредственно в реки и водоемы через канализацию. Это преимущественно промышленные и бытовые стоки, которые относительно легко учитывать и контролировать. В промышленных водах содержатся различные кислоты, фенолы, сероводород, аммиак, ртуть, свинец, фтор, мышьяк, кадмий, и некоторые другие токсичные вещества, отработанные технические масла, нефтепродукты. С бытовыми стоками в реки и водоемы попадают детергенты, обладающие высокой биохимической активностью и образующие обильную пену. Факторами прямого загрязнения водотоков и водоемов служат также водный транспорт и молевой сплав.

Помимо указанных причин загрязнения вод существуют значительно более сложные и труднее поддающиеся измерению и контролю пути водной миграции различных хозяйственных и бытовых выбросов. Источниками их служат сельскохозяйственные земли (в том числе орошаемые), загрязненные удобрениями и ядохимикатами, животноводческие фермы и пастбища, рекреационные уголья, отвалы и терриконы, свалки промышленных и бытовых отходов. Из этих источников различные органические и минеральные вещества (среди них имеются химически очень активные и нередко токсичные) вовлекаются в водную миграцию посредством плоскостного смыва (преимущественно талыми снеговыми и ливневыми водами), а также инфильтрации. К этому следует добавить ту часть атмосферных мигрантов, которая осаждается в виде пыли или в растворенном виде с атмосферными осадками, о чем уже говорилось ранее. Плоскостные стоки трудно локализовать и изолировать от биологического



круговорота на суше, поэтому часть техногенных водных мигрантов может быть вовлечена в биологический метаболизм.

Естественными коллекторами загрязненных поверхностных и грунтовых вод, как и канализационных, оказываются реки, внутренние водоемы и моря. Не удивительно, что многие крупные реки, такие, как Рейн, превратились в сточные каналы. Некоторая часть загрязняющих веществ накапливается на речном дне, но основная функция рек — транзитная. Благодаря проточности рек их загрязнение — процесс обратимый. Притом, в речной воде происходит частичное самоочищение: часть органических примесей разрушается и минерализуется в результате жизнедеятельности микроорганизмов и водорослей.

В худшем положении оказываются внутренние водоемы, характеризующиеся замедленным влагооборотом (осредненная скорость влагооборота у озер Земли в 230 раз меньше, чем у рек). Поэтому в озерах и водохранилищах условия самоочищения значительно хуже, чем в реках, во многих из них резко изменился гидрохимический и гидробиологический режим, некоторые из них превратились в «мертвые водоемы». За последние десятилетия широко распространилось явление техногенной евтрофикации водоемов, обусловленное увеличением концентрации в воде азота и особенно фосфора.

Конечное звено водной миграции техногенных выбросов — Мировой океан. Его прогрессирующее загрязнение обусловлено не только веществами, поступающими с речным стоком, но и непосредственными выбросами нефтепродуктов (при авариях на танкерах и нефтепромыслах) и промышленных отходов, а также техногенными осадками из атмосферы. Процесс загрязнения океана в основном необратим. Глобальное географическое значение этого процесса определяется выдающейся ролью Мирового океана в формировании структуры всей эпигеосферы, ее теплового баланса, влагооборота, газообмена. Так, образование нефтяной пленки приводит к нарушению газового, теплового и водного обмена океана с атмосферой.

Поведение элементов, участвующих в техногенной миграции, условия их накопления или удаления из геосистем зависят от характера последних. Приведем лишь несколько примеров. Замкнутые котловины (в том числе внутригорные) способствуют формированию устойчивых очагов атмосферного загрязнения. Температурные инверсии, штили, туманы также содействуют концентрации техногенных выбросов в атмосфере. Слабые морсящие дожди эффективнее осаждают атмосферные примеси, чем ливневые. Климат влияет на образование разных типов смога. Например, фотохимический (лос-анджелесский) смог образуется в сухом солнечном климате, а так называемый лондонский смог, главным компонентом которого является сернистый ангидрид, — во влажном. Отрицательные воздействия атмосферных загрязнений на растительность усиливаются при сильной освещенности, повышенной влажности воздуха и умеренной температуре, так как при этих условиях открываются устьица листьев.

Существенное значение имеют почвы. Кислые почвы, например, интенсивнее аккумулируют различные вредные соединения, чем нейтральные. Высокое содержание кальция в почве способствует сокращению выноса различных элементов (в том числе содержащихся в химических удобрениях). Токсичные вещества быстрее удаляются из фаций, формирующихся на легком сухом субстрате со слабо развитой подстилкой. Пестициды в условиях холодного климата с длительной зимой, в почвах кислых и гумусированных разлагаются медленнее, чем в теплом климате и в почвах щелочных и малогумусных. Большую роль в техногенном геохимическом круговороте играют растения-концентраторы отдельных элементов, о чем уже упоминалось ранее.

Изменения теплового баланса. Многообразное техногенное влияние на тепловой баланс земной поверхности и атмосферы имеет непреднамеренный характер и является побочным результатом хозяйственной деятельности. Техногенные энергетические факторы можно разделить на четыре группы.

1. Преобразование подстилающей (субэкринной) поверхности. Сюда следует отнести вырубку лесов, создание оазисов, осушение болот, создание водохранилищ и искусственных покрытий в городах, запыление поверхности снега и льда, образование нефтяной пленки в океанах и др. Все эти факторы воздействуют на радиационный и тепловой баланс через изменение отражательной способности и испарения. Локальный, реже региональный (на нижних ступенях) эффект бывает весьма существенным, например в уже приводившемся примере оазисов. Создание водохранилищ приводит к некоторому увеличению радиационного баланса, причем в гумидных районах основная часть этого прироста расходуется на турбулентный обмен с атмосферой, а в аридных — на испарение. Осушительные мелиорации ведут к увеличению потока тепла от земной поверхности в атмосферу. В городах на тепловой режим влияет резкое сокращение испарения и аккумуляция солнечного тепла камнем, бетоном, кирпичом, асфальтом.

2. Выбросы тепла в атмосферу в результате производства энергии. Вся вырабатываемая энергия в конечном счете превращается в тепло и рассеивается в пространстве, причем не менее  $\frac{2}{3}$  энергии, содержащейся в потребляемом топливе, не используется в производстве из-за низкого КПД и непосредственно уходит в атмосферу в виде тепла. Одним из источников тепла служит нагретая вода, используемая для охлаждения на тепловых и атомных электростанциях. Глобальный эффект всего техногенного тепла может быть выражен повышением средней температуры воздуха у земной поверхности примерно на  $0,01^{\circ}\text{C}$ , но в развитых индустриальных странах и районах этот эффект должен быть значительно сильнее. В крупных городах количество выбрасываемого в атмосферу тепла соразмерно с величиной суммарной солнечной радиации или даже превосходит ее.

3. Увеличение концентрации углекислого газа в атмосфере. Роль

этого фактора служит предметом дискуссий. Многие авторы придают ему особенно большое значение, поскольку он должен усиливать парниковый эффект и, следовательно, вести к прогрессивному повышению температуры воздуха в глобальных масштабах. Однако этому процессу должны сопутствовать некоторые процессы с противоположным температурным эффектом (в частности, изменение облачности). Кроме того, до сих пор отсутствуют надежные способы количественной оценки баланса  $\text{CO}_2$  в атмосфере.

4. Увеличение содержания аэрозоля в атмосфере. Запыленность воздуха способствует образованию облаков и повышает величину отраженной солнечной радиации, но в то же время пылевые частицы поглощают длинноволновое излучение и тем самым усиливают парниковый эффект. Соотношение этих противоположных тенденций еще недостаточно ясно.

Суммарный тепловой эффект техногенных факторов наиболее ощутимо проявляется в локальных масштабах, особенно в городах, где действуют все четыре группы факторов, причем определяющее значение имеет непосредственный выброс тепла. В результате средние годовые температуры в крупных городах на  $1 - 2^\circ \text{C}$  выше, чем в окрестностях, зимние — могут быть выше на  $6 - 7^\circ \text{C}$ , а минимальные — на еще большую величину. Постоянное поступление техногенного тепла в атмосферу должно было бы вызвать повышение температуры воздуха в больших городах на десятки градусов, но циркуляция воздушных масс спасает города от перегрева и сглаживает локальные контрасты в тепловом балансе. Но тем самым кумулируется действие отдельных техногенных очагов и создается глобальный эффект.

Существуют предположения, согласно которым при современных темпах роста производства энергии через 100 лет средняя температура может повыситься более чем на  $3^\circ \text{C}$ , что приведет к таянию ледниковых покровов и повышению уровня Мирового океана<sup>1</sup>. Однако подобные прогнозы пока ненадежны, поскольку количественная оценка различных составляющих техногенного воздействия на тепловой баланс очень неточна и часто противоречива; механизм возникающих при этом атмосферных процессов, в частности обратных связей, не изучен; наконец, мы еще плохо знаем характер климатических колебаний, происходящих в силу естественных причин, вследствие чего трудно отделить техногенный вклад в наблюдающиеся тенденции изменения термиче-  
ски атмосферы.

#### **Устойчивость геосистем к техногенным воздействиям**

Для оценки характера и глубины воздействия и определения его допустимого предела, за которым наступают необратимые и нежелательные изменения геосистемы, необходимо выяснить устойчивость

<sup>1</sup> См.: Будыко М. И. Изменение климата. Л., 1974. С. 280.

последней к техногенным нагрузкам. Всякая геосистема, как нам уже известно, приспособлена к определенной природной среде, в рамках которой она устойчива и нормально функционирует. Многие техногенные факторы, особенно так называемые загрязнения, т. е. искусственные геохимические нагрузки, не имеют аналогов в природе, и устойчивость геосистем к подобным возмущающим факторам имеет специфический характер. Разнообразие техногенных воздействий на геосистемы намного превосходит набор возможных возмущений природного происхождения. Устойчивость системы приходится рассматривать в отношении каждого фактора отдельно, так что число возможных ситуаций оказывается весьма значительным. В каждой конкретной ситуации механизмы устойчивости и ее порог имеют свои особенности, и в каждом случае следует искать «слабое звено» и стабилизирующие факторы.

В механизме устойчивости геосистем против техногенных нагрузок роль отдельных компонентов, процессов или свойств может оказаться неоднозначной и даже противоречивой. Так, с точки зрения противодействия техногенному химическому загрязнению благоприятными внутренними факторами следует считать интенсивный сток и большую скорость ветра. Но те же факторы благоприятствуют эрозии и дефляции, т. е. определяют неустойчивость геосистемы к механическому воздействию. Критерии устойчивости к химическому и механическому воздействию в значительной степени исключают друг друга. Даже такой общепризнанный стабилизирующий фактор, как растительный покров, может играть при химическом загрязнении отрицательную роль, поскольку способен аккумулировать вредные соединения и элементы.

Один из аспектов этой проблемы — устойчивость геосистем к загрязнению биохимически активными техногенными веществами (нефтепродуктами, пестицидами) — обстоятельно исследован М. А. Глазовской и ее сотрудниками<sup>1</sup>. В данном случае устойчивость определяется условиями разложения, рассеяния и удаления привнесенных в геосистему веществ. В свою очередь условия разложения зависят от количества поступающей солнечной энергии и особо ее ультрафиолетовой части как катализатора фотохимических реакций, от гидротермического режима почв (с которым связана микробиологическая деятельность), окислительно-восстановительных и щелочно-кислотных условий почв и вод. В целом перечисленные факторы изменяются зонально, и соответственно скорость самоочищения увеличивается на территории СССР с севера на юг. Однако локальные закономерности более сложны: многие морфологические структурные части ландшафта (например болота) играют роль геохимических барьеров, или своего рода ловушек, способных накапливать загрязняющие вещества.

Что касается интенсивности выноса продуктов техногенеза из

<sup>1</sup> См.: Вопросы географии. 1983. Вып. 120.

геосистем, то она зависит от величины стока, водопроницаемости почвогрунтов, уклонов поверхности и дренированности территории, ветрового режима (скорость и направление ветра, температурные инверсии, штили).

Иные сочетания свойств геосистем и иные структурные особенности определяют степень устойчивости к механическим нагрузкам, вырубке, пожарам, выпасу и т. д. Эрозионная устойчивость, например, зависит от расчлененности рельефа, интенсивности снеготаяния и осадков, физических свойств почво-грунтов. Устойчивость к рекреационным нагрузкам в первую очередь зависит от устойчивости напочвенного покрова к вытаптыванию, а также от устойчивости древостоя к загрязнению воздуха.

Вряд ли возможно найти единый показатель «интегральной» устойчивости геосистем к техногенному воздействию. Можно, однако, указать некоторые наиболее общие критерии, имеющие силу в большинстве случаев. Это прежде всего высокая интенсивность функционирования и сбалансированность функций геосистемы, включая биологическую продуктивность и возобновимость растительного покрова. В свою очередь эти качества определяются оптимальным соотношением тепла и влаги. Основными факторами *неустойчивости* геосистем являются недостаток тепла и влаги, гравитационная и тепловая (в условиях многолетнемерзлых пород) неустойчивость твердого фундамента. В этих условиях (как, впрочем, и в более благоприятных) важным стабилизирующим фактором служит растительный покров, но он относится к числу наиболее уязвимых компонентов, и его устойчивость (возобновимость) находится также в прямой зависимости от соотношения тепла и влаги.

Эти общие критерии устойчивости (и неустойчивости) должны конкретизироваться не только применительно к различным формам и факторам воздействия, но и к различным уровням и типам геосистем. Иначе говоря, при анализе устойчивости геосистем к техногенным воздействиям необходимо опираться на региональные и локальные ландшафтно-географические закономерности, на таксономию и классификацию геосистем. Устойчивость геосистем в зависимости от конкретной задачи исследования можно рассматривать на зональном, собственно ландшафтном и фациальном уровнях.

При самых широких сравнениях отчетливо выявляются различия в устойчивости ландшафтов различных типов. Так, тундровые ландшафты очень неустойчивы ко всяким техногенным нагрузкам. Дефицит тепла определяет низкую активность биогеохимических процессов и медленную самоочищаемость от промышленных выбросов; мерзлотный водоупор препятствует инфильтрации; растительный покров легко разрушается при механическом воздействии и очень чувствителен к сернистому ангидриду и другим атмосферным загрязнителям; неустойчивость растительного покрова служит причиной нарушения теплового равновесия в приповерхностном слое многолетнемерзлой толщи, что ведет к просадкам, термокарсту и т. д.

Таяжные ландшафты в целом более устойчивы, чем тундровые, благодаря большей теплообеспеченности и мощному растительному покрову. Обильный сток благоприятствует удалению водорастворимых техногенных веществ. Однако биогеохимический круговорот еще довольно замедленный, микробиологическая активность слабая. Существенным отрицательным фактором служит сильная заболоченность. Устойчивость к механическим и другим нагрузкам резко ослабляется при сведении лесного покрова.

В пустынных ландшафтах интенсивная солнечная радиация способствует быстрому самоочищению от органических загрязнителей, но вынос продуктов техногенеза резко замедлен из-за недостатка влаги, и эти продукты легко накапливаются на геохимических барьерах — в понижениях, впадинах. Растительность пустынь устойчива к тяжелым металлам и способна накапливать их, тем самым содействуя аккумуляции их в ландшафтах. Легкая ранимость растительности обуславливает неустойчивость ландшафтов к механическим нагрузкам, создаваемым выпасом, передвижением транспортных средств и т. д. Минерализованность почвогрунтов и грунтовых вод фактор неустойчивости к ирригации.

При более детальном анализе в пределах каждого типа может быть обнаружено большое разнообразие условий, связанное со спецификой отдельных ландшафтов и их видов. Например, в восточноевропейской тайге различная устойчивость к техногенным загрязнениям присуща возвышенным задровым равнинам, холмисто-моренным возвышенностям, низменным заболоченным глинистым равнинам, карстовым плато и т. д. Наконец, дальнейшая конкретизация требует учета морфологического строения ландшафта. Так, в пределах таяжных холмисто-моренных ландшафтов наблюдается большая контрастность урочищ и фаций по их устойчивости к различным воздействиям. От геохимической сопряженности фаций зависит перераспределение внутри ландшафта различных техногенных загрязнителей. Наличие геохимических барьеров способствует очищению плакорных и склоновых (автономных) фаций, но обуславливает формирование очагов аккумуляции в местных депрессиях, водоемах, болотах. С другой стороны, «благополучные» в этом отношении вершинные и склоновые фации неустойчивы к механическим нагрузкам (распашке, инженерному освоению, рекреации).

### **Основные структурно-динамические закономерности ландшафтов, подвергающихся человеческому воздействию**

В современную эпоху происходит интенсивное техногенное изменение ландшафтов и насыщение их результатами человеческого труда. Практически уже не осталось ландшафтов, которые не испытали бы прямого или косвенного влияния хозяйственной деятельности общества. Поскольку географическая оболочка континуальна, техногенный метаболизм не имеет границ в ее пределах, и его про-

явления обнаруживаются даже в ледниках высокогорий и Антарктиды, не говоря уже о Мировом океане. По этим причинам деление ландшафтов на «природные» и «антропогенные» имеет условный, искусственный характер; оно не имеет ни научного, ни практического смысла. Прежде всего невозможно установить ту грань, которая отделяет «природные ландшафты» от «антропогенных». Не случайно мнения разных авторов в этом отношении сильно расходятся. Одни считают, что антропогенные ландшафты уже господствуют на Земле, по мнению других, — их «большинство», третьи полагают, что они составляют «более половины». Одни при этом руководствуются в качестве критерия наличием изменений хотя бы в одном компоненте, другие считают признаком «антропогенного» ландшафта использование земель, третьи не могут привести никаких критериев, чтобы отделить «чисто природные» ландшафты от «антропогенных».

Самое же существенное обстоятельство, можно сказать фундаментальный факт, состоит в том, что как бы сильно ни был изменен ландшафт человеком, в какой бы степени ни был насыщен результатами человеческого труда, он остается *частью природы, природной системой* и в нем продолжают действовать природные закономерности. Человек не в состоянии отменить объективные законы функционирования и развития геосистем и сгладить качественные различия между ландшафтами тундры и пустыни, гор и равнин, заливных полей и лесных возвышенностей. Пашня в тайге и в степи — это вовсе не одно и то же; первая всегда будет принадлежать таежной зоне, а вторая — степной, пока действуют зональные закономерности и пока мы не научимся управлять поступлением солнечной радиации, глобальной циркуляцией атмосферы и движениями земной коры. В наиболее сильно преобразованном ландшафте остаются инвариантные природные черты, обусловленные неподвластными человеку зональными и а зональными факторами и придающие ландшафту качественную определенность и устойчивость.

Воздействие человека на ландшафт следует рассматривать как *природный процесс*, в котором человек выступает как внешний фактор. Новые элементы, преднамеренно, а чаще непреднамеренно вносимые человеком в ландшафт, — пашни, различные сооружения, техногенные выбросы и т. д. — не вытекают из структуры ландшафта, не обусловлены им в отличие, например, от почв, речных долин, естественной растительности. Они привносятся в ландшафт извне, из сферы материального производства. Как правило, для ландшафта они оказываются чуждыми элементами, как бы инородными телами, и ландшафт стремится отторгнуть их, они оказываются неустойчивыми, т. е. не способными к самостоятельному существованию без постоянной поддержки человека. Посевы или домашние животные, предоставленные самим себе, гибнут или дичают, вырубки вновь зарастают лесом, здания разрушаются, водоемы заиливаются и зарастают.

Новые техногенные, или антропогенные, объекты физически вхо-

дят в ландшафт, становятся его элементами; но ландшафт остается природной системой — не потому, что эти элементы к нему не относятся или игнорируются, а потому, что ландшафтовед изучает их в *системе природных связей*, рассматривая как аналог природных элементов ландшафта. Техногенные формы рельефа выполняют в ландшафте те же функции, что и природные; искусственные насаждения и посевы функционируют так же, как и природные фитоценозы; искусственные сооружения, из каких бы материалов они ни были созданы, подвергаются выветриванию подобно горным породам; водохранилища заполняются наносами, испаряют воду, зарастают; заброшенные каналы начинают меандрировать.

В сущности, с точки зрения познания закономерностей функционирования геосистемы не имеет принципиального значения происхождение ее элементов: образовался ли овраг естественным путем или в результате нерациональной распахки, возник ли водоем после горного обвала или в результате сооружения плотины. Для ландшафтоведа — это природные процессы, и только такой подход перспективен, если мы ставим перед собой конструктивные цели — добиться устойчивых и позитивных результатов при целенаправленном воздействии на ландшафт. И нет никакого противоречия в том, что всякий ландшафт, претерпевший техногенное вмешательство, остается природной системой.

Существует взгляд на измененный ландшафт как на природно-техническую (геотехническую) систему, состоящую из двух блоков — природного и техногенного<sup>1</sup>. Это один из возможных аспектов исследования взаимодействий между техническим устройством и его природной средой. Системный подход допускает построение множества систем при наличии каких-либо связей между любыми объектами. Обычно один и тот же объект участвует в разных системах связей. Так, техническое устройство несомненно является частью различных социально-экономических и инженерных систем — энергетического или индустриального комплекса, экономического района, территориального производственного комплекса и т. п. В качестве такового оно выполняет определенные социально-экономические функции. В ландшафте же любое подобное устройство — заводской комплекс, плотина или отвал пустой породы — участвует в системе природных связей и, как уже отмечалось, также выполняет — вольно или невольно — определенные природные (физико-географические) функции. Ландшафтовед интересуется именно этот аспект геотехнической системы. Он не должен заниматься, скажем, инженерно-строительными проблемами, возникающими при сооружении плотины, не его обязанность выяснять экономический эффект, получаемый в результате ее сооружения; но задача ландшафтоведа состоит в изучении функционирования плотины в ландшафте, и это может дать немало полезных практических выводов для инженеров-проекти-

<sup>1</sup> См.: Природа, техника, геотехнические системы. М., 1978. С. 151.



ровщиков и экономистов. Город представляет интерес для ландшафтоведа не в отношении этажности, архитектурных ансамблей или коммунально-бытового хозяйства, а в отношении природных процессов, возникающих в результате взаимодействия застройки с «вмещающими» геосистемами.

Есть еще одна — прикладная — сторона в рассматриваемой проблеме. Можно сказать, что технические устройства в определенном смысле интересуют ландшафтоведа *до того, как они будут сооружены*, — когда он дает оценку геосистем с точки зрения возможности, целесообразности и условий создания этих устройств. Но это особое направление исследований, относящееся к прикладному ландшафтоведению и, кстати сказать, полностью опирающееся на фундаментальное и строго научное исследование геосистем, их структуры, функционирования и развития.

Надо добавить, что взаимоотношение природной среды и технических устройств далеко не исчерпывает всех проблем взаимодействия человеческой деятельности с геосистемами, и геотехнические системы — лишь частный случай в ряду ландшафтов, испытывающих на себе человеческое воздействие.

В результате человеческой деятельности появилось множество *модификаций* первичных геосистем. Все они являются производными от того или иного природного инварианта. Каждый природный инвариант может быть представлен разнообразными модификациями, происходящими из одного корня под влиянием распашки, выпаса скота, застройки, промышленного загрязнения, мелиорации и других воздействий. Все эти модификации представляют собой то более, то менее устойчивые, но обычно временные состояния, которые можно рассматривать как своего рода сукцессионные стадии процесса деградации или восстановления первичной геосистемы. Исследование устойчивости техногенных модификаций геосистемы и их динамических отношений составляет одну из важнейших задач ландшафтоведения.

Понятие устойчивости имеет разный смысл, когда идет речь о первичных геосистемах и об их производных модификациях. Когда мы рассматривали вопросы устойчивости геосистем как таковых к техногенным воздействиям, нас интересовала их способность *возвращения к исходному состоянию после нарушений* — как правило, непреднамеренных. Проблема же устойчивости модификаций сводится к тому, чтобы выяснить их способность *сохранять преднамеренно нарушенное состояние*, включая все новообразования, внесенные человеком: плантации, посевы, сооружения и т. п. Критерии устойчивости в обоих случаях имеют в сущности противоположный характер. Если зарастание пашни и быстрое восстановление лесной растительности служит признаком устойчивости геосистемы как природного образования, то те же процессы рассматриваются как свидетельства неустойчивости ее модификации с заданными качествами, а именно способностью давать постоянные, устойчивые

урожаи сельскохозяйственных культур. Устойчивость различного рода модификаций и новообразований в геосистемах определяется *социально-экономическими критериями* (способностью выполнять заданную социально-экономическую функцию), которые могут оказаться в противоречии с естественнонаучными критериями устойчивости.

Измененные геосистемы, как правило, менее устойчивы, чем первичные, поскольку естественный механизм саморегулирования в них нарушен. Поэтому некоторые экстремальные отклонения параметров внешней среды, которые «гасятся» в естественном ландшафте, могут оказаться катастрофическими для антропогенной модификации: единичный ливень смывает верхний слой почвы, однодневный заморозок губит культурную растительность, пыльная буря за несколько дней уносит сотни миллионов тонн почвенных частиц.

Как уже отмечалось, антропогенно-техногенные новообразования в ландшафте не способны к самостоятельному развитию и существуют только благодаря постоянной поддержке со стороны человека. К самым неустойчивым образованиям относятся посевы монокультур. Часто приводимый пример «рисовых ландшафтов» муссонных тропиков только подтверждает это правило. Рисовые плантации существуют лишь благодаря постоянной и упорной борьбе людей с природной стихией, с муссонными ливнями, катастрофическими наводнениями, тайфунами, буйной тропической растительностью, благодаря поддержанию искусственного водного режима и искусственному восполнению потерь почвенного плодородия. В ландшафтах с культурной растительностью наиболее существенные черты инвариантной структуры всей системы затронуты неглубоко, и им присуща обратимость. Восстановление утраченного или нового равновесия — лишь вопрос времени.

Существует предложение считать необратимыми такие модификации, время существования которых превышает продолжительность жизни одного человеческого поколения<sup>1</sup>. Этот критерий, возможно, имеет некоторый практический смысл, но является сугубо условным. Так, процесс восстановления (после сведения) первичных лесов, требующий 150 — 250 лет, пришлось бы считать необратимым, хотя по всему своему существу он может служить примером типично обратимого процесса. Многие временные модификации ландшафтов кажутся нам устойчивыми и необратимыми только потому, что не прошло достаточного времени для восстановления первичного состояния геосистемы, притом обычно человек препятствует восстановительному процессу повторяющимся вмешательством (повторные вырубки, палы, выпас скота и т. п.). Планируя долговременные мероприятия по использованию, улучшению, охране ландшафтов, т. е. по их оптимизации, вряд ли достаточно исходить из сроков, определяемых длительностью жизни одного поколения людей.

<sup>1</sup> См.: Преображенский В. С. Поиск в географии. М., 1986. С. 111.

Степень устойчивости и долговечность антропогенно-техногенных новообразований в геосистемах зависят от многих условий, и прежде всего от глубины преобразования исходной системы. В свою очередь возможность такого преобразования зависит от таксономического ранга геосистемы и от того, на какие компоненты направлено воздействие. С рассматриваемой точки зрения компоненты геосистемы далеко не равноценны. Нельзя добиться устойчивых изменений в природном комплексе путем воздействия на любой его компонент. Изменение животного мира (например, пресловутое катастрофическое размножение завезенных в Австралию в 1859 г. кроликов) вряд ли повлечет за собой перестройку климата и рельефа вместе с геологическим фундаментом. Но достаточно изменить любой из названных трех компонентов, чтобы и животный мир, и растительность, и почвы отреагировали на это соответствующим образом.

Для решения поставленного вопроса важно разделить компоненты геосистем на две группы, которые условно назовем первичными и вторичными. К первым относятся твердый фундамент и воздушные массы, ко вторым — все остальные. Нетрудно показать, что наиболее устойчивые изменения в геосистемах получаются в результате преобразования первичных компонентов. Это объясняется тем, что они играют роль основных входов, через которые в геосистему поступают энергия и вещество извне, им принадлежит определяющее значение в дифференциации геосистем. Твердый фундамент вместе с рельефом к тому же отличается необратимостью, а отсюда необратимо все то, что с ним связано. Поэтому появление карьеров, отвалов, оврагов и тому подобных образований — это именно тот случай, когда понятие «антропогенный (или техногенный) природный комплекс» может употребляться с наименьшими натяжками.

Преобразование твердого фундамента, так же как и атмосферных процессов, в основном ограничено локальными масштабами — микро- и мезорельефом, микро- и мезоклиматом. Это означает, что практически сколько-нибудь существенные, относительно устойчивые перестройки геосистем возможны на уровне систем локальных рангов — морфологических частей ландшафта<sup>1</sup>. При открытых горных разработках или заполнении грунтом оврагов прежние фации и урочища уничтожаются и заменяются новыми. Но для ландшафта это означает лишь некоторое изменение морфологической структуры. Степень устойчивости геосистем находится в прямой зависимости от их ранга, т. е. растет «снизу вверх» — от фаций к урочищам, от урочищ к ландшафтам. И с этим фактом нельзя не считаться при воздействии на природные комплексы. Рассматривать и целую ландшафтную зону, и кучу камней на обочине дороги как качественно

<sup>1</sup> Называя в данном случае локальные системы устойчивыми, мы должны иметь в виду не только пространственные масштабы их выявления, но и *временные*: они устойчивы в пределах характерного времени своего существования, которое значительно короче, чем у ландшафта.

равноценные и одинаково «антропогенные ландшафты» так же ошибочно, как признавать равнозначность всех компонентов.

В сравнении с фациями и урочищами перестройка и тем более создание нового ландшафта — задача несравненно более сложная и по существу проблематичная. Здесь мы сталкиваемся с принципиально иным качественным уровнем организации геосистем. Чтобы перестроить ландшафт или «заменить» его иным ландшафтом, необходимо создать новую устойчивую систему внутренних и внешних связей. Как известно, ландшафт — система открытого типа, через которую непрерывно проходят потоки вещества и энергии. Изолировать ландшафт от внешних воздействий, «закрыть» к нему доступ энергии и вещества невозможно, тем более невозможно изменить его внешнюю среду, так как это предполагает способность управлять солнечной активностью, вращением Земли, тектоническими движениями и другими процессами, присущими эпигеосфере и Земле как космическому телу. При воздействии на фации или урочища возможно изменить по крайней мере их ближнюю среду — в пределах сопряженных внутриландшафтных рядов (например, часть плакорного водораздела, составляющего водосборную площадь оврага). Иными словами, горизонтальные связи морфологических единиц ландшафта практически поддаются известному регулированию, тогда как возможности такого регулирования на уровне ландшафтов крайне ограничены и не затрагивают главных потоков.

Второй путь перестройки ландшафта — преобразование его внутренней структуры, внутренних связей так, чтобы новая структура оставалась в устойчивом равновесии с его средой. Но для этого понадобилось бы преобразовать его «первичные» компоненты. Что касается климата ландшафта, то основные его черты связаны с потоками тепла и влаги извне, которые не поддаются регулированию. Перспектива создания нового фундамента крайне проблематична, ибо это потребовало бы изменения морфоструктур. Пример радикального преобразования ландшафта — осушение морского дна. Однако само морское дно имеет естественное происхождение, так же как и климат, и вся внешняя среда «нового» ландшафта. Этот ландшафт представляет собой чрезвычайно неустойчивую природную систему, существующую только при постоянном поддержании искусственного режима.

Другой пример — расширение площади суши за счет моря путем искусственного намывания грунта. Но и в этом случае нельзя считать, что ландшафт полностью создан человеком. Природа здесь отнюдь не отменяется: естественным путем в ландшафт поступают солнечная радиация и атмосферные осадки, под насыпным грунтом остается «старый» фундамент, со всеми его свойствами (например сейсмичностью, от которой человек не в состоянии избавиться). Нарушение сложившегося соотношения суши и моря вызывает активизацию береговых процессов, которые будут стремиться отторгнуть «новый» ландшафт.

На уровне ландшафта и региональных систем более высоких рангов самым существенным преобразованиям подвергаются «вторичные» компоненты: биота, почва, водный режим. Их перестройка обычно вызывает лишь частичное и преимущественно обратимое нарушение структуры ландшафта.

Наиболее устойчивые (необратимые) изменения в структуре ландшафтов наблюдаются при следующих условиях.

1. Человеческое вмешательство дает толчок процессам, к которым ландшафт уже подготовлен в силу присущих ему естественных тенденций развития. Такая ситуация складывается в ландшафтах с неустойчивым равновесием, переживающих быструю эволюцию, богатых реликтовыми элементами, а также расположенных в переходных условиях (например на границах зон). В подобных случаях бывает достаточно небольшого толчка, специально рассчитанного или, чаще, случайного, чтобы нарушить неустойчивое равновесие и вызвать вторичные процессы, которые ускоряют развитие «прогрессивных» элементов. Это могут быть и заболачивание, и деградация многолетней мерзлоты, и оврагообразование, и остепнение или опустынивание. В естественных условиях такие процессы сдерживаются стабилизирующим началом (главным образом растительностью), которое человек снимает.

Благодаря способности растительного покрова к восстановлению механизм саморегулирования в ландшафте не полностью нарушается. Кроме того, вступают в действие отрицательные обратные связи, которые затормаживают вторичные процессы. Система стремится вернуть утраченное равновесие, но это уже будет иное равновесие, так как некоторые изменения необратимы (например, появление эрозионных форм рельефа, просадочных понижений, новых болот, уничтожение лесов на крайних пределах их распространения).

2. Экологически эквивалентная замена одних элементов ландшафта другими. Этот случай относится к перестройке растительного покрова и зооценозов и основывается на сознательном или стихийном использовании экологического потенциала геосистем (экологических ниш). Новые элементы биоты легко «вписываются» в ландшафт, если находят для себя благоприятную среду и ранее отсутствовали в силу исторических причин (молодости ландшафта) или его территориальной изоляции (типичный пример — ландшафты островов) либо оказываются более конкурентоспособными, чем аборигенные сообщества. Искусственные лесонасаждения будут устойчивыми без дальнейшего вмешательства человека там, где природные условия благоприятны для лесов, но они еще не успели сюда распространиться. Примером устойчивого сообщества из вида, никогда ранее не произраставшего в данном ландшафте, может служить Линдуловская лиственничная роща на Карельском перешейке, посаженная еще в XVIII в. Еще больше известно примеров непреднамеренной перестройки биоценозов (именно к этому случаю относится ставший уже хрестоматийным пример с кроликами в Австралии).

В тех случаях, когда новые элементы «не вписываются» в структуру ландшафта, они, как уже отмечалось, неустойчивы и не могут существовать без искусственного режима (лес, посаженный в сухой степи, суходольные луга и мелиорированные участки в тайге и т. п.).

Замена биоценозов должна в той или иной степени сказаться на биологическом круговороте веществ, почвообразовании, влагообороте, но эти изменения не приводят к коренному преобразованию структуры ландшафта, так как указанные процессы в большой степени определяются «первичными» компонентами (которым в такой же степени подчинены и новые биоценозы). Даже при самом интенсивном вмешательстве человека в структуру и функционирование ландшафта, например в крупнейших городах, «первичные» компоненты остаются практически неизменными и продолжают оказывать влияние на жизнь людей и их хозяйство. Вряд ли когда-либо удастся сравнять климат Норильска и Сочи, освободиться от влияния многолетней мерзлоты или сейсмичности на градостроительство, геологического строения — на прокладку метрополитенов и т. д.

Заметим, что человек не создал *новых компонентов* ландшафта: все техногенные новообразования могут быть сопоставлены лишь с *отдельными элементами* ландшафта: посевы и искусственные насаждения — элементы растительного покрова, каналы и водохранилища — элементы гидрографической сети, карьеры и отвалы — элементы рельефа.

Итак, как мы установили, наиболее радикальной перестройке поддаются геосистемы локального уровня. В каждом ландшафте могут быть представлены разнообразные модификации первичных фаций и урочищ. Среди них встречаются новые локальные системы, приуроченные к техногенным формам рельефа, искусственным водоемам и т. п., но наиболее многообразны обратимые модификации, чаще всего обусловленные нарушениями растительного покрова. На месте одних и тех же первичных лесных фаций присутствуют вырубки, гари, суходольные луга, вторичные (кратковременно- или длительнопроизводные) леса, кустарники, кочкарники, залежи, пашни с различной степенью окультуренности и различным набором культур. Все они должны рассматриваться как стадии нарушения или восстановления коренной фации, т. е. могут быть сведены в *единый генетический ряд*.

Хозяйственная деятельность обычно, таким образом, ведет к усилению морфологической дифференциации ландшафта за счет присутствия в нем многочисленных модификаций коренных фаций и урочищ. Помимо чисто внешней пестроты появление всякого рода модификаций морфологических единиц имеет более глубокий смысл, сказываясь на внутриландшафтных горизонтальных связях через систему рядов гравитационного сопряжения. Так, по исследованиям литовских географов, распашка склонов вызывает смыв пахотного горизонта и его переотложение у подножий, вследствие чего образуются своеобразные уступы высотой до двух метров с двойным по-

членным профилем. Более того, часть смытых почвенных частиц поступает в болота, а это приводит к их евтрофикации. Аналогичные процессы наблюдаются при использовании удобрений, пестицидов и поступлении различных техногенных загрязнителей.

Исследование производных модификаций геосистем должно основываться на функционально-динамическом подходе, который одновременно является и генетическим. Это означает прежде всего выяснение генетической связи каждой модификации с ее исходным инвариантом и дальнейший анализ стадийных смен, возникающих как в ходе воздействия, так и после его прекращения, т. е. в процессе ренатурализации — возвращения к утраченному естественному равновесию. Без представления об инварианте невозможно привести в систему огромное многообразие модификаций всех рангов, разрабатывать прогнозы их дальнейшего поведения и мероприятия по оптимизации. Существует тенденция рассматривать каждую более или менее временную модификацию природного комплекса (луг, огород, заросли кустарников, вторичные мелколиственные леса и т. п.) как самостоятельные классификационные единицы — «типы», «классы» и т. д., т. е. классифицировать их как некие автономные системы по признаку временного состояния или сиюминутного использования. Подобный статичный подход дезориентирует практику. Можно ли оценивать лесные ресурсы на перспективу, если исходить из факта произрастания в данный момент производных березняков на месте елового или дубового леса, когда известно, что через несколько десятилетий здесь восстановится лес, близкий к исходному? Степные или тундровые сообщества восстанавливаются в еще более короткие сроки (20 — 40 лет) .

Мало практического смысла в том, чтобы классифицировать современные антропогенно-техногенные модификации ландшафтов или фаций в отрыве от исходного начала. Все модификации должны быть строго привязаны к естественной классификации геосистем, ибо каждому типу, классу, виду ландшафтов (или фаций, урочищ) отвечают свои динамические ряды, или серии производных модификаций, обязанных своим существованием тому или иному вмешательству человека. Например, для полупустынных ландшафтов типичны различные пастбищные модификации, связанные с выпасом скота, для пустынных — пастбищные, ирригационные (и постирригационные, среди которых могут быть, например, вторичные солончаки) и др.

Подобной классификации должна предшествовать систематика человеческих воздействий, что представляет достаточно сложную задачу, так как в системе должны быть отражены многие показатели: хозяйственное использование территории (сельскохозяйственное с подразделением на земледельческое — орошаемое и богарное, пастбищное и т. д., рекреационное, лесохозяйственное и др.), входные воздействия и их факторы (например, вырубка леса, подсыпка грунта, осушительная мелиорация и т. п.), интенсивность этого

воздействия и его длительность, территориальные масштабы и радиус действия техногенного фактора. Под территориальными масштабами подразумевается соответствие воздействия иерархии геосистем, т. е. в рамках какого таксономического уровня (фации, урочища, ландшафта) оно рассматривается. Как известно, результаты вмешательства в природные процессы далеко не всегда замыкаются в границах площади, подвергшейся непосредственному воздействию. В связи с этим вводится понятие о радиусе действия или, точнее, о зонах воздействия. Остановимся на этом вопросе несколько подробнее.

По характеру ареалов проявления хозяйственные воздействия на геосистемы можно разделить на фоновые и очаговые. Фоновые («площадные») воздействия связаны с отраслями хозяйства, утилизирующими природные ресурсы, которые распространяются континуально на больших площадях и имеют возобновимый характер (солнечная энергия, атмосферные осадки, почвы, растительность). За счет этих ресурсов существуют богарное земледелие, пастбищное животноводство, охота, лесное хозяйство. В размещении этих отраслей и соответствующих воздействий на природные комплексы явно прослеживается зональность.

Очаговые («точечные» и «линейные») воздействия имеют двоякий характер. Часть их также связана с непосредственным использованием (добычей и переработкой на месте) природных ресурсов, но ресурсов по своей природе аazonальных и имеющих очаговое распространение. Это прежде всего невозобновимые минеральные ресурсы, к которым приурочены очаги горнодобывающей промышленности. Сюда же можно отнести локальные источники поверхностных или подземных вод, на основе которых развиваются ирригация, энергетика и промышленные узлы.

Очаги второго рода слабо или вовсе не связаны с местными природными ресурсами. Они могут существовать полностью или частично за счет ресурсов, доставляемых из других ландшафтов. Возникновение их обусловлено преимущественно социально-экономическими причинами. Так возникают многие промышленные узлы и центры урбанизации. В своем ландшафтно-географическом проявлении они имеют, подобно предыдущим, аazonальный («квазиазональный») характер. Особый вариант — линейные очаговые воздействия, связанные с транспортными артериями (включая трубопроводы).

Фоновые воздействия более тесно связаны с природной средой, и поэтому их ареалы сравнительно легко вписываются в систему территориальной ландшафтной дифференциации на ее различных уровнях — от зон до фаций. Очаговые воздействия часто накладываются на различные геосистемы, не считаясь с их границами. Тем не менее эффект воздействия всегда зависит от характера геосистем. Фоновые воздействия более поверхностные, чем очаговые — в прямом и переносном смысле слова: они менее глубоко затрагивают структуру ландшафта и наиболее существенно сказываются на биоте



и почве. Очаговые воздействия, охватывая меньшие площади, имеют более интенсивный и многосторонний характер, нередко захватывая и твердый фундамент ландшафта. Существенная особенность их состоит в том, что их проявление может выходить далеко за пределы площади самого очага, так что ареал воздействия определить бывает нелегко, причем приходится устанавливать различные зоны влияния. Примером может служить исследование А. В. Дончевой установившей четыре зоны модификации природных территориальных комплексов в сфере воздействия горно-металлургического производства<sup>1</sup>.

Сложность анализа хозяйственного воздействия на геосистемы и его учета в классификации усугубляется тем, что состояние геосистем зависит не только от современного использования, но и от прежних, исторически сменявшихся форм хозяйствования. Кроме того, следует иметь в виду, что во многих случаях одна и та же территория одновременно подвергается воздействию не одного, а многих техногенно-антропогенных факторов (например, лесохозяйственному и рекреационному использованию, мелиорации и промышленному загрязнению).

Известны попытки найти интегральный показатель степени хозяйственного воздействия на природу. Однако вряд ли такой единый показатель возможен. Некоторое сравнительное, причем лишь *косвенное* представление об интенсивности хозяйственного воздействия на ландшафты могут дать такие показатели, как плотность сельского населения и использование земель — для фонового воздействия, урбанизированность и плотность городского населения для очагового.

Как уже подчеркивалось, систематика ландшафтных модификаций должна быть «привязана» к научной классификации природных ландшафтов (см. главу 5). Для разработки подробной динамической системы, охватывающей все возможные техногенные варианты первичных ландшафтов, потребуются длительные и кропотливые исследования. Чтобы избежать разнобоя при выделении различных модификаций в разных типах и видах ландшафтов, целесообразно придерживаться некоторой единой схемы, отражающей самые укрупненные качественные градации измененных ландшафтов, применимые практически ко всем категориям естественной ландшафтной классификации.

1. *Условно неизменные (первобытные) ландшафты*, которые не подверглись непосредственному хозяйственному использованию и воздействию; можно обнаружить лишь слабые следы косвенного воздействия (например, осадение техногенных выбросов из атмосферы в Антарктиде, Арктике и высокогорьях Западной Европы).

2. *Слабоизмененные ландшафты*, подвергающиеся преимущественно экстенсивному хозяйственному воздействию (охота, рыбная

<sup>1</sup> См.: Дончева А. В. Ландшафт в зоне воздействия промышленности. М., 1978. С. 94.

ловля, выборочная рубка леса), которое частично затронуло лишь отдельные «вторичные» компоненты, но основные природные связи не нарушены и изменения имеют обратимый характер. Сюда можно отнести некоторые тундровые, таежные, пустынные, эваториальные ландшафты, еще не вовлеченные в активный хозяйственный оборот.

3. *Нарушенные (сильно измененные) ландшафты*, которые подверглись интенсивному преднамеренному или непреднамеренному воздействию, затронувшему многие компоненты, что привело к существенному нарушению структуры, часто необратимому и неблагоприятному с точки зрения интересов общества. Ландшафты этой группы широко распространены в разных зонах; для них типичны такие процессы, как обезлесивание, вторичная эрозия и дефляция, смыв почв, засоление, загрязнение вод, почв и атмосферы.

4. *Культурные ландшафты*, в которых структура рационально изменена и оптимизирована на научной основе в интересах общества. Именно таким ландшафтам должно принадлежать будущее, и они заслуживают особого рассмотрения.

### **Культурный ландшафт**

Критерии культурного ландшафта определяются общественными потребностями. Ему должны быть присущи два главных качества: 1) высокая производительность и экономическая эффективность и 2) оптимальная среда для жизни людей, способствующая сохранению здоровья, физическому и духовному развитию человека. До сих пор эти два качества редко совмещались: временный экономический эффект часто достигался ценой ухудшения жизненной среды человека, что и типично для нарушенных ландшафтов. Однако при должном научном подходе экономические, экологические, а также культурно-эстетические интересы не противостоят друг другу.

Одно из основных условий при формировании культурного ландшафта — достижение максимальной производительности возобновимых природных ресурсов, и прежде всего биологических. Помимо бесспорного хозяйственного эффекта это одновременно позволит улучшить санитарно-гигиенические условия и эстетические качества среды. Далее, эффективное использование возобновимых, неисчерпаемых и «чистых» не загрязняющих среду источников энергии (солнечной, геотермической, ветровой и др.) позволит одновременно сократить расточительную трату невозобновимых каустобиолитов и исключить техногенное загрязнение среды продуктами сгорания топлива. В культурном ландшафте должны быть по возможности предотвращены нежелательные процессы как природного, так и техногенного происхождения (смыв почв, эрозия, заболачивание, наводнения, обмеление рек, сели, загрязнение воды, воздуха, почв и т. п.). Это будет содействовать и сбережению природных ресурсов, и улучшению качества жизненной среды. Все эти мероприятия неразрывно связаны с рациональным использованием всех видов

природных ресурсов, что, в свою очередь, упирается в совершенствование технологии производства. Последняя задача, разумеется, не относится к географии, но у географа-ландшафтоведа есть свои ответственные задачи — именно на его обязанности лежит разработка общей научной стратегии проектирования культурного ландшафта.

Только ландшафтовед может разобраться в многообразии того «материала», т. е. тех современных ландшафтов, которые подлежат окультуриванию, и, опираясь на основательные знания структуры и функций каждого конкретного ландшафта, выбрать такой вариант его оптимизации, который наиболее соответствует «плану природы» и дает наиболее устойчивые результаты.

Некоторые специалисты представляют себе будущую среду человечества в виде некоей природно-технической системы, насыщенной техническими устройствами, в которой природные элементы будут сохранены лишь частично<sup>1</sup>, или в виде «сплошного города необычной застройки»<sup>2</sup>. Однако другие географы доказывают, что и в ландшафтах, усиленно эксплуатируемых человеком, природа должна удерживать свои права, что нашей целью должно быть создание культурного ландшафта, в основе которого лежит «рациональное использование человеком заключенных в природе потенциальных сил, а не разрушение или угнетение природы»<sup>3</sup>.

В. Б. Сочава выдвинул принцип *сотворчества с природой*, под которым он понимал «развитие потенциальных сил природы, активизацию природных процессов, увеличение продуктивности геосистем...»<sup>4</sup>.

Действуя в союзе с природой, можно добиться больших успехов, нежели пытаясь «покорить» ее. Разумеется, не всегда естественные тенденции, присущие ландшафтам, отвечают интересам общества (например, прогрессирующее заболачивание или засоление), поэтому в ряде случаев придется заведомо нарушить сложившееся равновесие и искусственно поддерживать новые модификации. Но это не является правилом. Надо заметить, что мы вовсе не должны стремиться к превращению всех ландшафтов в культурные. Так, большинство таежных ландшафтов в настоящее время выполняют важные функции поставщиков свободного кислорода, регуляторов водного режима, а также «кладовых» древесины и других ресурсов для будущих поколений. Поэтому, по мнению В. Б. Сочавы, значительную их часть целесообразно оставить в спонтанном состоянии, они подлежат уходу, но не преобразованию.

Различают три главных направления оптимизации ландшафтов:

<sup>1</sup> См.: Герасимов И. П. Преобразование природы и развитие географической науки в СССР. М., 1967. С. 94.

<sup>2</sup> Мальков Ф. Н. Ландшафтная сфера Земли. М., 1970. С. 184.

<sup>3</sup> Бауэр Л., Вайничке Х. Забота о ландшафте и охрана природы. М., 1971. С. 210 — 211.

<sup>4</sup> Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск, 1978. С. 254.

1) активное воздействие с использованием различных мелиоративных приемов; 2) «уход за ландшафтом» (например, санитарные рубки, противопожарные мероприятия) с соблюдением строгих норм хозяйственного использования; 3) консервация, т. е. сохранение спонтанного состояния. Последний путь необходим в научных интересах, для сохранения генофонда растений и животных, а также в водоохранных, почвозащитных, санитарных и других целях, но полное изъятие природных комплексов из хозяйственного оборота реально лишь на небольшой части земной поверхности. Что касается двух первых направлений, то выбор зависит от того «материала», который предстоит преобразовать в культурный ландшафт.

Если культурный ландшафт создается на месте нарушенного, т. е. сильно и нерационально измененного предшествующей хозяйственной деятельностью, то применительно к нему необходимо разрабатывать комплекс «лечебных» мероприятий для залечивания «ран» (например, рекультивация карьеров, восстановление лесов, мелиорация вторичных солончаков и многое другое). В случае же окультуривания слабоизмененных ландшафтов бывает достаточным ограничиться в основном «профилактическими» мероприятиями, направленными на предупреждение возможных нежелательных последствий предстоящего освоения.

В настоящее время культурные ландшафты в строгом смысле этого слова еще редки и обычно представлены фрагментами, своего рода оазисами среди ландшафтов, в той или иной мере нарушенных (например, Каменная степь).

С научной географической точки зрения мероприятия по формированию культурного ландшафта сводятся к регулированию его горизонтальной и вертикальной структур. Это означает, с одной стороны, использование морфологического строения ландшафта для организации его территории, т. е. рационального размещения участков с различным функциональным назначением, а с другой — использование межкомпонентных связей для усиления одних природных процессов и ослабления других.

Как пишут специалисты из ГДР Л. Бауэр и Х. Вайничке, «способность культурного ландшафта сохранять стабильность своего баланса, естественное самовосстановление и стойкость к хозяйственному вмешательству человека определяется в основном его многообразием и дифференциацией»<sup>1</sup>. К этому можно добавить, что внутреннее разнообразие создает возможности для многофункционального использования территории, повышает ее экологические, рекреационные, эстетические качества. Тем самым, кстати, подтверждается, что именно ландшафт должен рассматриваться как основной объект оптимизации природной среды: в рамках фации или урочища невозможно сформировать многофункциональную, внутренне разнообразную среду.

<sup>1</sup> Бауэр Л., Вайничке Х. Забота о ландшафте и охрана природы. М., 1971. С. 118.

Итак, *научная организация территории* должна основываться на морфологии ландшафта, на использовании ее потенциала. Задача сводится к тому, чтобы найти наилучшее применение каждой морфологической единице ландшафта и в то же время найти для каждого применения (вида использования) наиболее подходящие урочища или фации. При этом необходимо учитывать горизонтальные связи, т. е. сопряженность фаций и урочищ.

В проекте организации территории следует предусмотреть оптимальный набор угодий различного назначения, рациональное соотношение их площадей, взаимное расположение, форму и размеры, режим использования, необходимые мелиорации, меры охраны. Конкретные решения определяются, с одной стороны, социальным заказом, а с другой — строением самого ландшафта и тем наследием, которое оставила предшествующая хозяйственная деятельность. Интересы экономики и охраны природы не всегда совпадают. Более того, нередко вступают в противоречия интересы различных отраслей производства. Так, земли, предназначенные для открытых горных разработок, часто представляют собой ценный сельскохозяйственный или рекреационный фонд. При создании водохранилищ возникает конфликтная ситуация между интересами гидроэнергетики, сельского хозяйства, рыболовства и т. д. Особенно сложная ситуация складывается в густонаселенных давно освоенных районах с их напряженным земельным балансом, где нужно предусмотреть резервы территории для развития больших городов и их спутников, создание защитного зеленого пояса и рекреационного фонда, земли для пригородного сельского хозяйства и коммуникаций и т. д. Рекомендации ландшафтоведа, разумеется, не являются единственной основой для принятия решений, но он обязан предусмотреть возможные будущие физико-географические последствия разных видов использования территории и дать альтернативные рекомендации с тем, чтобы можно было выбрать оптимальный (возможно, компромиссный) вариант, который отвечал бы социальному заказу и в то же время не наносил ущерба природе.

Можно сформулировать следующие основные географические принципы организации территории культурного ландшафта.

1. Культурный ландшафт не должен быть однообразным. Выше уже приводились соображения в пользу этого принципа. Надо заметить, что сложность морфологического строения ландшафта не всегда соответствует ближайшим экономическим интересам. Например, чередование небольших массивов пашни, лугов, лесов, водоемов, болот в холмисто-моренных таежных ландшафтах затрудняет применение сельскохозяйственной техники. Но в таких случаях разумнее приспособлять технику к ландшафту, нежели укрупнять угодья с риском вызвать эрозию или другие неблагоприятные последствия.

2. В культурном ландшафте не должно быть антропогенных пустошей, заброшенных карьеров, разного рода свалок, служащих

источниками загрязнения, и других «неудобных» земель. Все они должны быть рекультивированы.

3. Из всех видов использования земель приоритет надо отдать зеленому покрову. Как правило, лучшие угодья должны быть отданы сельскому хозяйству, но необходимо стремиться к максимально возможному увеличению площадей под древесными насаждениями, используя рекультивированные площади, пустоши и часть малопродуктивных сельскохозяйственных угодий.

4. В некоторых ландшафтах для поддержания природного равновесия целесообразно экстенсивное «приспособительное» использование земель. Естественные ценозы полнее используют солнечную энергию и воду, чем культурные, и при определенных условиях экономически более эффективны. При разумном «уходе за ландшафтом» поддержание в спонтанном состоянии лесов, болот, естественных пастбищ может дать немалую экономическую выгоду и в то же время будет отвечать целям охраны природы. Болота, например, могут дать до 0,5 т клюквы с гектара и некоторое количество дичи, что в сочетании с водоохраным значением болот и другими их природными функциями во многих случаях делает сохранение болот более предпочтительным, чем их осушение.

5. В проектах организации территории ландшафта должно быть отведено место для так называемых охраняемых территорий. Высшая категория земель этого типа — заповедники, которые закрыты не только для хозяйственной деятельности, но и для массового посещения и используются только для научных исследований. Кроме того, заповедники позволяют сохранить генофонд растений и животных, служат убежищами и центрами расселения многих ценных представителей, способствуют регулированию природных процессов на окружающих территориях.

Чтобы эффективно выполнять свои функции, сохранять устойчивость и быть эталоном геосистем определенного типа, заповедник должен занимать достаточно большую и репрезентативную территорию. Ландшафтно-географический принцип требует, чтобы заповедник охватывал типичные ряды сопряженных геосистем в пределах целого ландшафта или даже нескольких смежных ландшафтов (например горных, предгорных и равнинных). Небольшие заповедники, окруженные освоенными территориями, подвергаются техно-генным загрязнениям, в них чрезмерно скапливаются животные, находящиеся здесь убежище, вторгаются сорняки и т. д. Как правило, оптимальная площадь заповедника должна измеряться тысячами квадратных километров. Кроме того, заповедник должен быть окружен буферной зоной с ограниченным режимом хозяйственного использования.

Заповедники, естественно, не могут быть созданы в каждом ландшафте. Все же и в интенсивно освоенных ландшафтах желательно выделить территории с ограниченным использованием на уровне хотя бы отдельных урочищ и местностей. В зависимости от

конкретных условий и прежде всего от степени сохранности естественной структуры геосистем могут быть организованы природные резерваты и заказники разных типов (в том числе охотничьи). В качестве памятников природы подлежат выявлению и сохранению отдельные редкие или интересные природные объекты (формы рельефа, геологические обнажения, водопады, уцелевшие остатки коренных растительных сообществ и т. п.).

Хорошая форма сочетания природоохранных, рекреационных, культурно-воспитательных, а также экономических функций геосистем — создание национальных и природных парков. В территорию парка наряду с малонарушенными геосистемами могут войти участки, используемые в народном хозяйстве; особенно ценно наличие как природных достопримечательностей, так и культурно-исторических памятников. В отличие от заповедников национальные и природные парки открыты для массового посещения и служат центрами туризма и отдыха. Но здесь же могут размещаться резерваты для научных исследований и подсобные хозяйства и небольшие предприятия для обслуживания посетителей. Примером может служить Лахемааский национальный парк в Эстонской ССР.

6. Рациональная планировочная структура культурного ландшафта должна сопровождаться его внешним благоустройством. Эта цель частично достигается уже в результате рекультивации, озеленения и научно обоснованного размещения угодий разных типов. Существенное значение, кроме того, имеет удачное «вписывание» в ландшафт различных сооружений, что входит в сферу так называемой ландшафтной архитектуры. Размещение сооружений, их размеры и архитектурный стиль, а также придорожное оформление должны не ухудшать, а по возможности улучшать эстетические качества ландшафта.

7. Важнейшим условием научно обоснованной организации территории ландшафта является учет горизонтальных связей между его морфологическими подразделениями. Так, взаимное расположение промышленных предприятий, жилых кварталов, зеленых зон, водоемов должно согласовываться с преобладающими направлениями ветра, а также поверхностного и подземного стока. Для предотвращения вторичных гравигенных процессов и потери почвенных частиц важно обеспечить необходимую площадь лесов — и не только вдоль водотоков и оврагов, но в особенности на водоразделах и склонах, независимо от ценности этих земель для других видов использования.

8. Рациональное размещение угодий и' правильный режим их использования и охраны необходимо сочетать с мерами по повышению их потенциала путем различных мелиораций. Но эта задача уже переносит нас ко второму комплексу проблем — к *регулированию процессов функционирования ландшафта*.

Непрерывное поддержание и регулирование природных процессов в желательном направлении и на должном уровне отличает культурный ландшафт от стихийно нарушенного ландшафта.

Возможности *управления* природными процессами у человека пока весьма ограниченные. Некоторые исследователи считают, что принцип управления состоит в том, чтобы ценой небольших затрат энергии или вещества вызвать «цепную реакцию» в природной системе («принцип индукции»). Пример — искусственное стимулирование выпадения атмосферных осадков путем рассеивания в облаке небольшого числа ядер конденсации (несколько граммов иодистого серебра) или же его небольшого охлаждения с помощью 100—200 г твердого CO<sub>2</sub>. Высвобождающаяся при конденсации энергия стимулирует восходящие токи и дальнейшее развитие облачности.

Однако управление природными процессами путем целенаправленного использования принципа индукции вряд ли можно рассматривать как универсальный способ. Во-первых, непременным условием для его применения должно быть *неустойчивое равновесие* в системе, на которую мы собираемся воздействовать, а это вовсе не обязательный вариант в реальной природной действительности. Во-вторых, надо уметь не только дать толчок процессу, но и *контролировать* его, т. е. уметь направлять его ход и остановить в нужное время при необходимости; а этого принцип индукции не обеспечивает. Притом, этот способ пригоден лишь для узколокальных и эпизодических воздействий, подобных тем, о которых упоминалось. Расширение масштабов цепных реакций в геосистемах чревато опасностью потери контроля над ними и появления разного рода непредусмотренных побочных явлений.

При формировании культурного ландшафта важно получить не кратковременные локальные результаты, а по возможности долговременные и устойчивые изменения природных функций ландшафта на значительных площадях. Этого можно достичь путем *регулирования* этих функций.

Еще А. И. Воейков указал два главных естественных «рычага» для воздействия на природу в целях получения наибольшего хозяйственного эффекта. На них же опирался В. В. Докучаев в своих планах преобразования природы степей. Это *растительный покров и сток*. Они служат наиболее удобными «входами» в геосистему, так как относительно легко поддаются искусственному регулированию и тесно связаны со всеми ее функциональными звеньями, позволяя тем самым косвенно воздействовать и на них (рис. 58).

Функции растительного покрова в геосистеме хорошо известны. В отличие от временных «индукторов» это постоянно действующий стабилизирующий фактор. Растительный покров — практически единственный фактор, препятствующий как техногенному, так и естественному выносу химических элементов и способствующий усилению их внутриландшафтного круговорота. Интенсивность влагооборота и почвообразования находится в прямой связи с продуцированием биомассы, а интенсивность гравигенных процессов — в обратной. Подстилаящая поверхность, образованная развитой растительностью, благоприятно влияет на мезо- и микроклимат и на кислород-



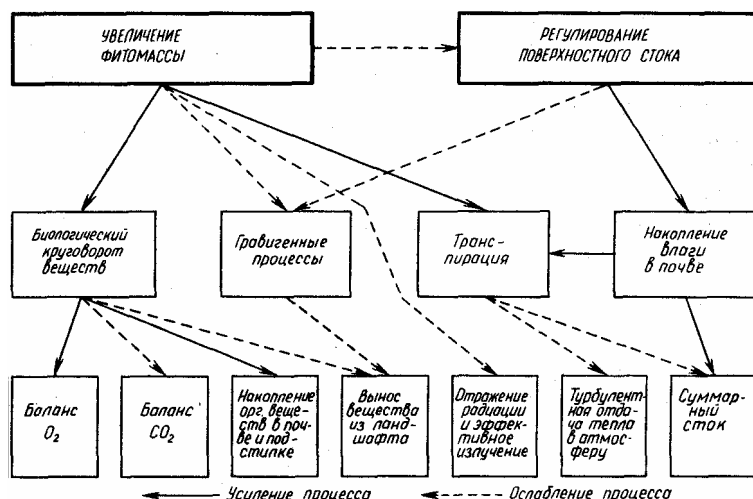


Рис. 58. Схема регулирования функций ландшафта с помощью биоты и стока

ный режим. Таким образом, высокая интенсивность фотосинтеза и развитый зеленый покров служат одним из важнейших показателей культурного ландшафта.

Значение влагооборота также не нуждается в подробных объяснениях. Посредством водных мелиораций, т. е. регулирования стока, осуществляется воздействие на гравигенный перенос твердого материала, испарение, водную миграцию химических элементов, почвообразование, функционирование биоты и биологическую продуктивность.

Проведение водных мелиораций требует особо тщательного учета структурных и динамических особенностей геосистем. При осушении необходимо, в частности, учитывать естественные тенденции изменений атмосферного увлажнения. Недоучет этого обстоятельства привел к «пересушиванию» Припятского Полесья. В зоне избыточного увлажнения в летние месяцы наблюдается дефицит влаги; кроме того, из-за внутриландшафтного перераспределения атмосферной влаги бок о бок с постоянно переувлажненными болотными урочищами существуют фации и урочища с недостаточным увлажнением на вершинах холмов и гряд, песчаных террасах и т. д. Поэтому водная мелиорация должна рассматриваться не как односторонне осушительная или оросительная, а как процесс двустороннего регулирования водного режима геосистем.

В условиях неустойчивого увлажнения актуально сокращение поверхностного стока и за этот счет увеличение биологической продуктивности. Правда, при этом несколько сокращается питание рек, но в основном из-за уменьшения весеннего паводкового стока; что касается меженного стока, то он может даже увеличиваться благодаря пополнению запасов грунтовых вод на рационально обрабатываемом водосборе. Таким образом, при разумном регулировании процессов стока на водосборах водный режим рек выравнивается.

К двум основным естественным «рычагам» регулирования географических процессов следует добавить еще один — *химизацию*, т. е. прямое, целенаправленное воздействие на геохимический круговорот — на миграцию химических элементов в системе «почва— растение» (а через нее — на биологическую продуктивность) с помощью химических удобрений, известкования, гипсования. Сюда же относятся способы непосредственного воздействия на биоценозы с помощью пестицидов и гербицидов. Применение этих способов требует особой осторожности во избежание трудно контролируемых побочных последствий.

Все перечисленные пути воздействия на функционирование ландшафта можно назвать мелиорацией в широком смысле слова. Правильная агротехника в сущности также относится к мелиорации и пользуется теми же тремя «рычагами». В системе агротехнических мероприятий с ландшафтоведческой точки зрения можно выделить три основных звена: а) использование биологических методов (многоотраслевое хозяйство с интенсивным животноводством, рациональные севообороты, лесные полосы, «зеленые» удобрения и др.) как эффективных средств перехвата поверхностного стока, усиления биологического круговорота, регулирования биоценологических отношений (лесные полосы, например, служат местообитанием птиц, уничтожающих насекомых-вредителей); б) регулирование поверхностного стока преимущественно механическими способами (зяблевая вспашка, снегозадержание, контурная вспашка, обвалование, террасирование склонов) с целью обеспечения влагой, предотвращения денудации и утечки элементов минерального питания, увеличения биологической продуктивности; в) применение химических средств, о которых уже было сказано.

Описанные способы регулирования функций ландшафта осуществляются с применением тех или иных технических средств, но только преобразование стока в некоторых случаях требует возведения специальных инженерных сооружений. Инженерные решения не всегда оказываются лучшей мерой. Так, восстановление лесов на водосборе может служить более радикальным способом борьбы с паводками, чем сооружение плотин. Но в тех ландшафтах, где облесение обширных площадей исключено, как и во многих других, применение технических средств неизбежно. Они остаются нередко единственно возможными при борьбе с так называемыми стихийными природными процессами, т. е. разрушительными явлениями,

которые трудно предвидеть и тем более предотвратить (вулканические извержения, землетрясения, ураганы, катастрофические наводнения и т. п.). Борьба с такими процессами сводится к защитным или приспособительным мероприятиям (дамбы, сейсмостойкие здания и др.), а также к совершенствованию методов прогноза.

Здесь рассмотрены только наиболее общие принципиальные вопросы теории культурного ландшафта. Разработка конкретных проектов, с предшествующими инвентаризационными, оценочными и прогнозными исследованиями, относится уже к обширной самостоятельной сфере прикладного ландшафтоведения.

---

## Литература

- Арманд Д. Л. Наука о ландшафте. М., 1975. 288 с.
- Базилевич Н. И., Гребенников О. С., Тишков А. А. Географические закономерности структуры и функционирования экосистем. М., 1986. 297 с.
- Беручаишвили Н. Л. Четыре измерения ландшафта. М., 1986. 182 с.
- Гвоздецкий Н. А. Основные проблемы физической географии. М., 1979. 222 с.
- Геофизика ландшафта// Вопросы географии. 1981. № 117. 240 с.
- Глазовская М. А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. М., 1988. 328 с.
- Зубов С. М. Основы геофизики ландшафта. Минск, 1985. 190 с.
- Исаченко А. Г. Ландшафты СССР. Л., 1985. 320 с.
- Исаченко А. Г. Методы прикладных ландшафтных исследований. Л., 1980. 222 с.
- Исаченко А. Г. Развитие географических идей. М., 1971. 416 с.
- Исаченко А. Г., Шляпников А. А. Природа мира. Ландшафты. М., 1989. 505 с.
- Крауцис А. А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения. Новосибирск, 1979. 232 с.
- Ландшафтная карта СССР для высших учебных заведений. Масштаб 1:4 000 000. М., 1988.
- Ландшафтный сборник. М., 1973. 288 с.
- Ландшафтоведение. М., 1972. 225 с.
- Ландшафтоведение: теория и практика// Вопросы географии. 1982. № 121. 208 с.
- Марцинкевич Г. И., Клишунова Н. К., Мотузко А. Н. Основы ландшафтоведения. Минск, 1986. 206 с.
- Миллер Г. П. Ландшафтные исследования горных и предгорных территорий. Львов, 1974. 202 с.
- Мильков Ф. Н. Человек и ландшафты. М., 1973. 224 с.
- Мильков Ф. Н. Физическая география. Учение о ландшафте и географическая зональность. Воронеж, 1986. 327 с.
- Михайлов Н. И. Физико-географическое районирование. М., 1985. 183 с.
- Николаев В. А. Проблемы регионального ландшафтоведения. М., 1979. 160 с.
- Охрана ландшафтов. Толковый словарь. М., 1982. 272 с.
- Перельман А. И. Геохимия ландшафта. М., 1975. 341 с.
- Преображенский В. С. Поиск в географии. М., 1986. 224 с.
- Преображенский В. С., Александрова Т. Д., Куприянова Т. П. Основы ландшафтного анализа. М., 1988. 192 с.

*Преображенский В. С., Макаров В. З.* Развитие ландшафтоведения в СССР // Итоги науки и техники. Серия «Теоретические и общие вопросы географии». 1988. Т. 6. 200 с.

*Природа*, техника, геотехнические системы. М., 1978. 152 с.

*Прокаев В. И.* Физико-географическое районирование. М., 1983. 176 с.

И( *Совещание* по вопросам ландшафтоведения. Пермь, 1974. 183 с.

*Солнцев В. Н.* Системная организация ландшафтов. М., 1981. 239 с.

*Сочава В. Б.* Введение в учение о геосистемах. Новосибирск, 1978. 319 с.

*Теоретические* и прикладные проблемы ландшафтоведения. Тез. докл. VIII Всесоюзн. совещания по ландшафтоведению. Л., 1988. 155 с.

*Топологические* аспекты учения о геосистемах. Новосибирск, 1974. 292 с.

*Федина А. Е.* Физико-географическое районирование. 2-е. изд. М., 1981. 127 с.

---

## Предметный указатель

- Абиогенные компоненты геосистем 131  
Абиотическая миграция вещества в ландшафте 183 — 191  
Автономные колебания в ландшафте 219  
— элементарные ландшафты (фации) 145  
Азональная дифференциация 70, 95  
Азональность, азональные закономерности 70, 96 — 98  
Азональные факторы 91, 136  
— физико-географические единицы 293—299  
Азональный ряд районирования 289, 295, 301  
Аккумулятивно-элювиальные местоположения и фации 146  
Активные компоненты геосистем 131  
Антропогенный ландшафт 321, 322, 338  
Балансы вещества и энергии в ландшафте 168, 181; 182, 190, 191  
Барьерная инверсия ландшафтных зон 91  
Барьерность, барьерный эффект 81, 84, 85, 89, 91  
Биогенные потоки и биогенный метаболизм в ландшафте 173 — 182, 190, 191  
Биогеоценоз 21, 47, 139  
Биогеоценология 19, 47  
Биологическая продуктивность 175 — 178  
Биосфера 21  
Биота как компонент геосистемы 106—109, 131, 132, 223, 224  
Биотика ландшафта 19, 20  
Бореально-субарктические континентальные (лесотундровые) ландшафты 243 — приоканские (лесолуговые) ландшафты 244, 245  
Бореально-суббореальные (подтаежные) ландшафты 246 — 248  
Бореальные (таежные) ландшафты 245, 246  
Ведущий фактор 132, 133  
Вертикальная структура геосистемы, ландшафта 14, 164, 165, 201  
Вертикальные потоки и связи в геосистеме, ландшафте 14, 164  
Верховые местоположения 145, 146  
Вещественно-энергетические потоки в ландшафте 166, 168  
Вид ландшафтов 239  
Влагооборот в ландшафте 167, 169 — 173  
Внутриландшафтные связи 166  
Внутрифациальная неоднородность 140, 141  
Воздействие человека на ландшафт 338, 346 — 348  
Возраст ландшафта 227 — 230  
Восстановительные смены в геосистемах 220  
Входные и выходные потоки вещества и энергии 166, 184 — 199  
Высотная ландшафтная дифференциация 80, 86  
— поясность 80 — 85, 87 — 89  
Высотный ландшафтный пояс 81, 118 — 120  
Генетический принцип в физико-географическом районировании 281, 282  
Геогоризонт 165  
Географическая оболочка 5, 10  
Географический комплекс (геокомплекс) 5  
Географическое звено 161  
Геологический фундамент ландшафта 126 — 128  
Геом 142  
Геомасса 165  
Геомер 142  
Геосистема 7, 9, 52  
Геотопология 139  
Геофизика ландшафта 19, 51  
Геохимия ландшафта 19, 51  
Геохора 49, 109  
Гипсометрический фактор ландшафтной дифференциации 80, 86  
Годичный цикл функционирования ланд-

- шафта 200 — 214  
 Горизонтальные потоки и связи в геосистеме, ландшафте 14, 109, 164, 191  
 Границы ландшафта 133 — 138  
 Движущие силы развития ландшафта 225, 226  
 Двухрядная система физико-географического районирования 299 — 303  
 Динамика геосистемы, ландшафта 15, 217, 222, 223  
 Дискретность эпигеосферы 11  
 Дифференциация ландшафтной сферы 11, 56  
 Долговечность ландшафта 228, 229  
 Единство дифференциации и интеграции геосистемы 11, 277, 282 — 284  
     зональности и аazonальности 96 — 100 —  
 континуальности и дискретности геосистем 11, 133  
     однородности и разнородности ландшафта 112, 279  
     — устойчивости и изменчивости геосистем 15, 223, 224  
 Зона ландшафтная (см. Ландшафтная зона)  
     — в узком смысле слова 301, 306  
 Зонально-азональные физико-географические регионы 301  
 Зональность (географическая, ландшафтная, широтная) 56 — 69  
 Зональные физико-географические единицы 289 293  
 Зональный ряд районирования 289, 301  
 Иерархичность геосистем 10, 18, 277  
 Изменчивость ландшафта 214  
 Инвариант геосистемы 15, 217  
 Инверсия высотных поясов 85  
 Индекс сухости 64  
 Инертные компоненты геосистем 131  
 Инерционность компонентов геосистемы, ландшафта 69, 201  
 Интеграция в эпигеосфере 277, 282 — 284  
 Интенсивность функционирования ландшафта 199, 200  
 Интразональность 97  
 Катастрофические нарушения ландшафта 226, 227, 340  
 Класс ландшафтов 236  
 Классификация ландшафтов 231 — 239  
     — урочищ 151 — 153  
     — фаций 141 — 147  
 Комплекс и система 7 — 9  
 Компоненты ландшафта 125 — 133  
     фации 126, 140  
     Консервативные элементы ландшафта 227  
 Континуальность эпигеосферы 11  
 Коэффициент континентальности 71 — 73  
     — увлажнения 63  
 Критические компоненты геосистемы 131  
 Культурный ландшафт 319, 349 — 357  
 Ландшафт 15, 16, 100, 110 — 125  
     — измененный человеческой деятельностью 337 — 339  
     — как среда жизни людей и ресурсный район 123, 316, 317  
     — барьерного подножья 90  
     — барьерной тени 90  
 Ландшафтная зона 76, 77, 100, 276, 291 — 293  
     область 297 — 299, 305  
     — подзона 293  
     — подобласть 303  
     — подпровинция 302, 307  
     провинция 302, 306, 307  
     — структура физико-географических регионов 309 — 313  
     — сфера 11  
 Ландшафтный округ 303, 308  
     подокруг 303, 309  
     — район (ландшафт как низовой район) 100, 124, 280, 285, 301, 313  
 Ландшафтоведение 5, 11, 12, 17, 19  
 Ландшафтообразующие факторы 132, 133  
 Латеральные потоки и связи (см. Горизонтальные потоки и связи)  
 Локальная дифференциация геосистем 101 — 109  
 Мера устойчивости ландшафта 224  
 Меридиональная зональность 74  
 Местность 153 — 155  
 Местоположение 101, 143, 144  
 Микроландшафт 42, 139  
 Микросистемы 283, 284  
 Минимальное время выявления геосистем 201  
 Многорядная система физико-географического районирования 299 — 304  
 Морфология ландшафта 138 — 161  
 Морфоструктурная дифференциация ландшафтов 95  
 Необратимые изменения ландшафта 217, 220, 225, 325, 341, 344  
 Низинные местоположения и фации 146  
 Область ландшафтная (см. Ландшафтная область)  
     Обмен и преобразование вещества и энергии в геосистеме 13  
 Обратимые изменения ландшафта 217, 225, 341  
 Обратные связи в геосистемах 166, 219, 223, 344  
 Однородность ландшафта 112  
 Однорядная система физико-географического районирования 285 — 287  
 Округ ландшафтный (см. Ландшафтный округ)

Оптимизация ландшафта 319, 350, 351  
 Организация территории культурного ландшафта 352 — 354  
 Орографические факторы ландшафтной дифференциации 80 — 85  
 Основная ступень в иерархии геосистем 15, 120 125  
 Очаговые хозяйственные воздействия на геосистемы 347  
 Парцелла 140, 227  
 Плакорные местоположения и фации 97, 144, 146  
 Планетарный уровень организации геосистем 10  
 Поведение геосистем 217  
 Подзона ландшафтная (см. Ландшафтная подзона)  
 Подзона в узком смысле слова 302  
 Подкласс ландшафтов 236  
 Подокруг ландшафтный (см. Ландшафтный подокруг)  
 Подпровинция ландшафтная (см. Ландшафтная подпровинция)  
 Подсектор (см. Физико-географический подсектор)  
 Подтип ландшафтов 236  
 Подурочище 149 — 151  
 пойменные местоположения и фации 147  
 Полярные арктические и антарктические ландшафты 240 — 243  
 Пояс физико-географический (см. Физико-географический пояс)  
 — континентальности 72  
 Прикладная интерпретация ландшафтного районирования 280, 281  
 Принцип интеграции в физико-географическом районировании 282 — 284  
 — объективности в физико-географическом районировании 280  
 — однородности в физико-географическом районировании 279  
 Природная среда как совокупность геосистем всех рангов 319  
 Природные географические компоненты 5  
 Природный территориальный комплекс (ПТК) 5, 6, 9  
 Провинция ландшафтная (см. Ландшафтная провинция)  
 Прогрессивные элементы ландшафта 227  
 Производные единицы физико-географического районирования 301 — 303  
 — модификации геосистем 340, 346, 347  
 Пространственно-временные модели геосистем, ландшафтов 211, 212, 220, 221  
 Развитие геосистемы, ландшафта 15, 217, 225 230  
 Районирование ландшафтное (см. Физико-географическое районирование)  
 Район ландшафтный (см. Ландшафтный район)  
 Региональная дифференциация эпигеос-  
 феры 56, 99, 100  
 Региональный уровень организации геосистем 10, 11, 284  
 Региональные географические поля 283, 284  
 Регулирование функций ландшафта 354 — 357  
 Режим функционирования геосистемы 217  
 Реликтовые элементы ландшафта 227  
 Ритмические колебания в ландшафте 218, 219  
 Саморазвитие ландшафта 226, 227  
 Саморегулирование ландшафта 223, 224  
 Связующие единицы (см. Производные единицы физико-географического районирования)  
 Сезонная ритмика (динамика) ландшафта 203 — 214  
 Сектор физико-географический (см. Физико-географический сектор)  
 Секторность 74, 75  
 Серийные фации 142, 220  
 Систематика ландшафтов (см. Классификация ландшафтов)  
 Системы ландшафтных зон 77 — 80  
 Сопряженные ряды фаций 140 — 143  
 Состояние геосистемы 217  
 Спектр (структура) высотной поясности 82  
 Среда геосистемы 13  
 Средиземноморские ландшафты 260 — 262  
 Стадильность развития ландшафта 229  
 Стекс 203, 218, 220 — 222  
 Страна физико-географическая (см. Физико-географическая страна)  
 Стрия 156  
 Структура геосистем 14  
 — ландшафта 163 — 166 Структурно-петрографические факторы 91 — 95  
 Субаквальные элементарные ландшафты (фации) 145  
 Субарктические (тундровые) ландшафты 242, 243  
 Суббореальные аридные (полупустынные) ландшафты 253, 254  
 — гумидные (широколиственнолесные) ландшафты 248 — 250  
 — семиаридные (степные) ландшафты 251 — 253  
 — семигумидные (лесостепные) ландшафты 250, 251  
 экстрааридные (пустынные) ландшафты 254, 255  
 — южные гумидные («полусур» тропические) ландшафты 255, 256  
 — — семиаридные (степные) ландшафты 257  
 — — семигумидные (лесостепные) ландшафты 256 — 257



- — экстрааридные (пустынные) ландшафты 256, 257
- Субконтинент 294
- Субсредиземноморские ландшафты 255, 256
- Субтропические аридные (полупустынные) ландшафты 263, 264
- гумидные (влажные лесные) ландшафты 258 — 260
- семиаридные (степные) ландшафты 262
- семигумидные (лесостепные) ландшафты 262, 263
- экстрааридные (пустынные) ландшафты 264, 265
- Субэкваториально-тропические аридные (опустыненно-саванновые) ландшафты 268, 269
- — семиаридные (типичные саванновые) ландшафты 269, 270
- — семигумидные (влажносаванновые, лесосаванновые) ландшафты 270, 271
- Субэкваториальные гумидные (лесные) ландшафты 271, 272
- Сукцессионные смены состояний геосистемы 220
- Супераквальные элементарные ландшафты (фации) 145 — 147
- Суточный ритм ландшафта 214
- Таксономическая система районирования 285, 299 — 308
- Техногенные изменения структуры и функции геосистем 323 — 334
- элементы в ландшафте 329 — 333, 338, 339
- Тип высотной поясности 82, 83
- ландшафтов 233 — 236
- местоположений 143 — 147
- морфологических структур ландшафта 156 — 159
- Топический (локальный) уровень организации геосистем 11
- Трансаккумулятивные местоположения и фации 146
- Трансупераквальные местоположения и фации 146
- Трансформация структуры ландшафта 140, 227
- Трансформация фаций 140
- Трансэлювиальные местоположения и фации 146
- Тропические гумидные («дождевые» лесные) ландшафты 271
- экстрааридные (пустынные) ландшафты 266 — 268
- Уровни интеграции процессов в ландшафте 167
- Урочище 147 — 153
- Устойчивость геосистем, ландшафтов 15, 223, 224
- ландшафта к техногенным воздействиям 334 — 337
- техногенных модификаций геосистем 340 — 344
- Фазы годового цикла 203 — 214
- Факторально-динамические ряды фаций 142 — 143
- Факторы дифференциации и развития ландшафтов 132
- Фациальные микрокомплексы 141
- Фация 102, 138 — 147
- Физико-географическая страна 295—297, 305
- Физико-географический подсектор 295
- — пояс 290, 291
- — регион 275
- — сектор 294, 295
- Физико-географическое (ландшафтное) районирование 274 — 277
- Фоновые хозяйственные воздействия на геосистемы 347
- Фонтиальные местоположения и фации 146
- Функциональные звенья ландшафта 167, 168
- Функционирование геосистемы, ландшафта 13, 167, 168
- Характерное время геосистемы 14, 201
- Целостность геосистемы 13
- зональных и азональных единиц 100, 286, 287
- Цикличность функционирования и динамики геосистем 201
- Широтная зональность (см. Зональность)
- Эволюционные изменения геосистем и ландшафтов 15, 229
- Экваториальные ландшафты 272 — 274
- Эквифинальное состояние геосистемы 220
- Экзодинамические колебания в ландшафтах 218 — 219
- Экосистема 20, 21
- Экспозиционный фактор ландшафтной дифференциации 83 — 85
- Элементарный ландшафт 42, 139
- Элементы ландшафта 164, 165
- Элювиально-аккумулятивные местоположения и фации 146
- Элювиальные местоположения и фации 144 — 146
- Энергетика ландшафта 192 — 199
- Энергетические компоненты (факторы) ландшафта 133
- Эпигеосфера (см. Географическая оболочка)
- Эпиморфа 39, 139
- Эпифация 44, 102, 220
- Эффект последействия в сезонной динамике 201
- Ярусность ландшафтов 80, 87 — 89

---

## Оглавление

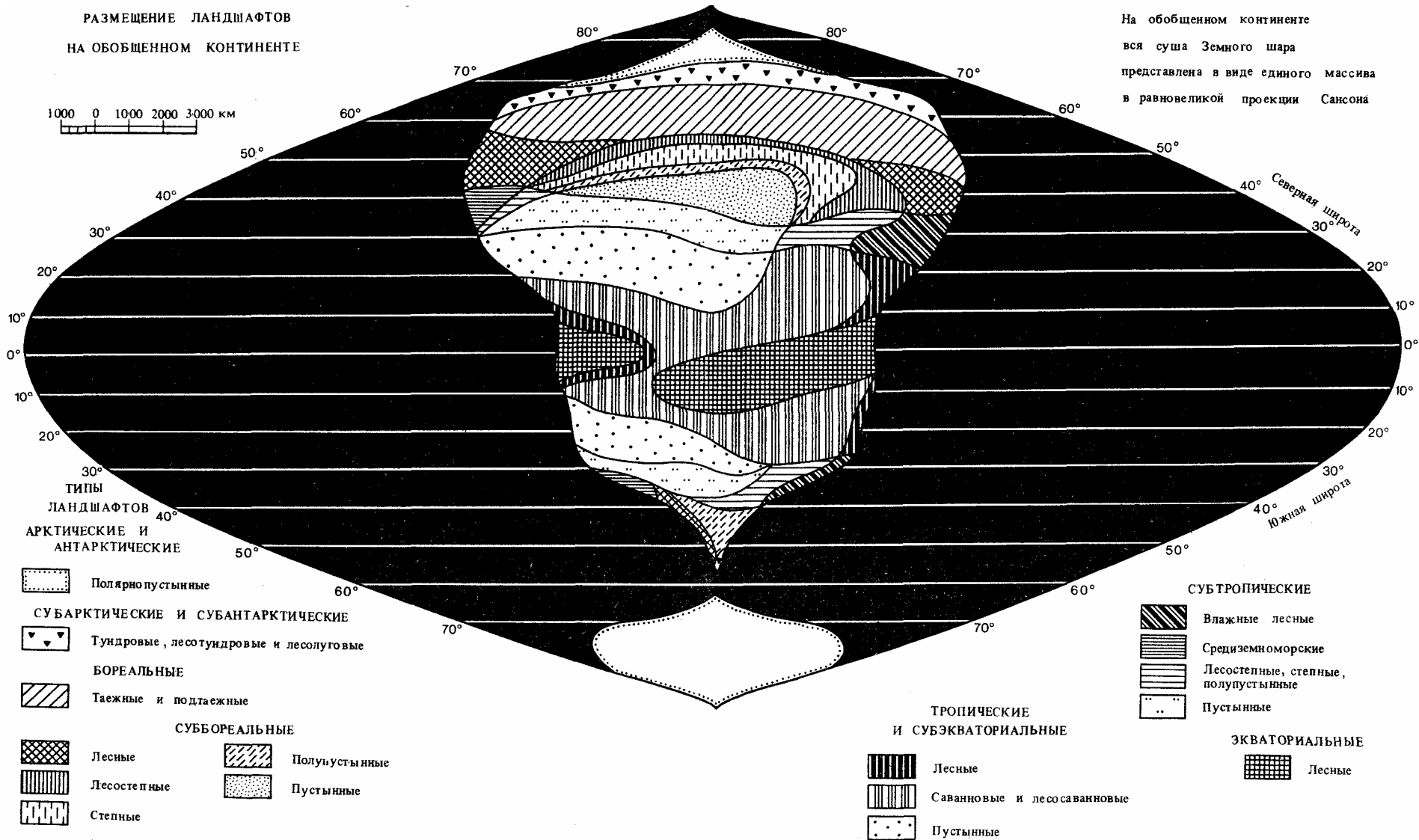
	Стр.
Предисловие	3
Введение	5
<b>Г л а в а 1. Этапы развития ландшафтоведения</b>	24
Истоки и предыстория учения о ландшафте	24
Первые шаги на пути к физико-географическому синтезу	28
Начало ландшафтоведения: труды В. В. Докучаева и его школы	32
Ландшафтоведение в 20 — 30-е годы XX в.	41
Ландшафтоведение после второй мировой войны	46
Современный этап развития ландшафтоведения	50
<b>Г л а в а 2. Региональная и локальная дифференциация эпигеосферы</b>	56
Широтная зональность	56
Азональность, секторность и системы ландшафтных зон	69
Высотная поясность и орографические факторы ландшафтной дифференциации	80
Высотная ландшафтная дифференциация равнин. Ярусность и барьерность на равнинах и в горах	86
Структурно-петрографические факторы и морфоструктурная дифференциация	93
Соотношения зональных и азональных закономерностей и их значение как теоретической основы физико-географического районирования	96
Локальная дифференциация	101
<b>Г л а в а 3. Ландшафт и геосистемы локального уровня</b>	110
Понятие о ландшафте	110
Компоненты ландшафта и ландшафтообразующие факторы	125
Границы ландшафта	133
Морфология ландшафта	138
Проблемы типологии и формализации в морфологии ландшафта	156
<b>Г л а в а 4. Функционально-динамические аспекты учения о ландшафте</b>	163
Структура и функционирование ландшафта	163
Влагооборот в ландшафте	169
Биогенный оборот веществ	173
Абиотическая миграция вещества литосферы	183
Энергетика ландшафта и интенсивность функционирования	192
Годичный цикл функционирования ландшафта	200
Изменчивость, устойчивость и динамика ландшафта	214
Развитие ландшафта	225
<b>Г л а в а 5. Систематика ландшафтов. Типы ландшафтов Земли</b>	231
Принципы классификации ландшафтов	231
Полярные и приполярные ландшафты	240

Бореальные и бореально-суббореальные ландшафты	24:
Суббореальные ландшафты (типичные и переходные к субтропическим) .	248
Субтропические ландшафты	258
Тропические и субэкваториальные ландшафты	265
Экваториальные ландшафты	272
<b>Г л а в а 6. Физико-географическое районирование</b>	275
Сущность и содержание физико-географического районирования	275
Теоретические основы физико-географического районирования	278
Спорные вопросы таксономии физико-географических регионов	285
Зональные и аazonальные регионы	290
Многорядная система таксономических единиц физико-географического райо-	
нирования	299
Физико-географическое районирование горных территорий	304
Ландшафтная структура физико-географических регионов	309
<b>Г л а в а 7. Ландшафты и человечество</b>	314
Ландшафтоведение и взаимодействие природы и общества	314
Некоторые дискуссионные подходы к анализу человеческого воздействия на	
ландшафты	320
Техногенные воздействия на структуру и функционирование геосистем	323
Устойчивость геосистем к техногенным воздействиям	334
Основные структурно-динамические закономерности ландшафтов, подверга-	
ющихся человеческому воздействию	337
Культурный ландшафт	349
Литература	359
Предметный указатель	361

РАЗМЕЩЕНИЕ ЛАНДШАФТОВ  
НА ОБОБЩЕННОМ КОНТИНЕНТЕ

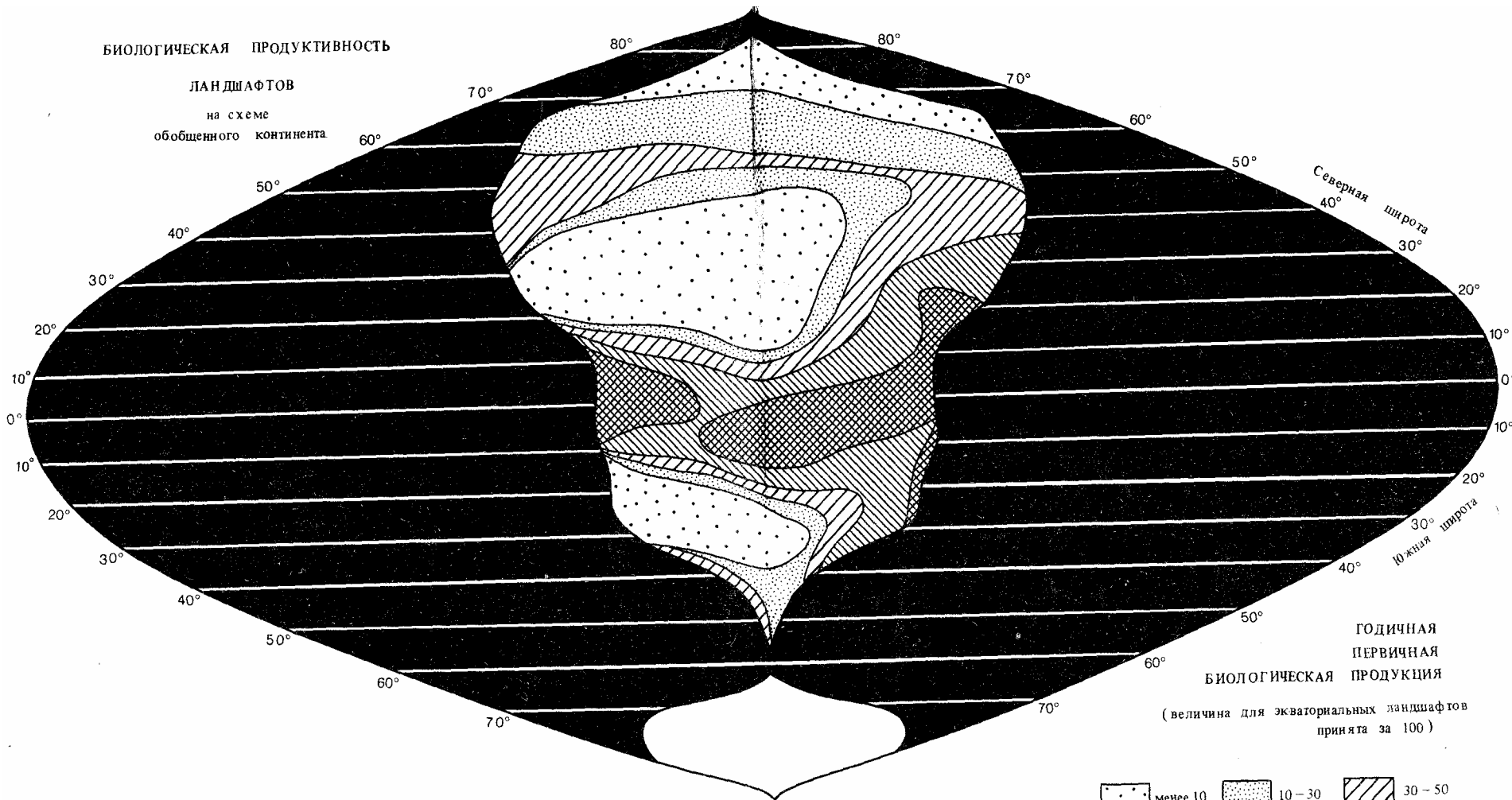
1000 0 1000 2000 3000 км

На обобщенном континенте  
вся суша Земного шара  
представлена в виде единого массива  
в равновеликой проекции Сансона



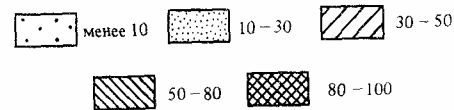
БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ

ЛАНДШАФТОВ  
на схеме  
обобщенного континента



ГОДИЧНАЯ  
ПЕРВИЧНАЯ  
БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКЦИЯ

(величина для экваториальных ландшафтов  
принята за 100)



1000 0 1000 2000 3000 км

