

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

---

**Н.П. Соболева, Е.Г. Язык**

## **ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЕ**

*Допущено Учебно-методическим Объединением по классическому университетскому образованию РФ в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Геоэкология» и по направлению «Экология и природопользование»*

Издательство  
Томского политехнического университета  
2010

УДК 911.5 (075.8)  
ББК 26.82.я73  
С54

**Соболева Н.П.**  
С54 Ландшафтоведение: учебное пособие / Н.П. Соболева, Е.Г. Язиков. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 175с.

В пособии изложены научные основы формирования и функционирования различных геосистем. Даны понятия о природных ландшафтах, их составе и свойствах, представления об организации ландшафтов, факторах их дифференциации. Рассмотрены основные направления воздействия человека на ландшафты, организация природно-антропогенных ландшафтов, их классификации. Приведены основы геохимии ландшафтов, типология элементарных и местных геохимических ландшафтов, а также показаны основные направления ландшафтного планирования.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 020804 «Геоэкология».

**УДК 911.5 (075.8)**  
**ББК 26.82.я73**

*Рецензенты*

Доктор географических наук, профессор  
Томского государственного университета  
*Н.С. Евсеева*

Кандидат географических наук, доцент  
Горноалтайского государственного университета  
*М.Г. Сухова*

© Соболева Н.П., Язиков Е.Г., 2010  
© Томский политехнический университет, 2010  
© Оформление. Издательство Томского  
политехнического университета, 2010

## Оглавление

Введение .....	5
1. Основные положения ландшафтоведения .....	7
1.1. Ландшафтоведение как наука .....	7
1.2. История развития ландшафтоведения в России.....	9
1.3. История развития учения о ландшафтах в зарубежной науке. Ландшафтная экология .....	11
1.4. Основные понятия в ландшафтоведении .....	14
1.5. Иерархия природных геосистем .....	19
2. Состав и свойства природных ландшафтов .....	23
2.1. Понятие «ландшафт».....	23
2.2. Природные компоненты ландшафта и ландшафтообразующие факторы.....	26
2.3. Границы ландшафта .....	27
2.4. Морфологическая структура ландшафта .....	28
2.5. Свойства геосистем .....	36
2.6. Устойчивость ландшафтов .....	38
3. Упорядоченность природных ландшафтов.....	45
3.1. Нуклеарные геосистемы .....	45
3.2. Ритмичность ландшафтов.....	48
3.3. Хроноорганизация географических явлений.....	51
4. Функционально-динамические свойства природных ландшафтов .....	53
4.1. Изменение ландшафтов .....	53
4.2. Функционирование ландшафтов.....	53
4.3. Трансформация энергии в ландшафте.....	58
4.4. Геофизические процессы в ландшафтах .....	61
4.5. Динамика ландшафтов .....	66
4.6. Развитие ландшафтов .....	68
5. Классификация природных ландшафтов суши и закономерности их дифференциации .....	71
5.1. Принципы классификации.....	71
5.2. Факторы и закономерности ландшафтной дифференциации земной поверхности.....	77
6. Человек и ландшафты.....	83
6.1. Особенности природно-антропогенных ландшафтов .....	83
6.2. Природно-ресурсный потенциал ландшафтов .....	85
6.3. Направления воздействия человека на ландшафты.....	87
6.4. Ландшафты, измененные в результате хозяйственной деятельности человека.....	92

6.5. Культурные ландшафты.....	97
6.6. Охрана ландшафтов.....	101
6.7. Восстановление нарушенных ландшафтов.....	102
7. Классификации природно-антропогенных ландшафтов .....	105
7.1. Принципы классификации природно-антропогенных ландшафтов .....	105
7.2. Типология природно-антропогенных ландшафтов в соответствии с их производственной спецификой .....	107
7.3. Классификация природно-антропогенных ландшафтов (по Н.Ф. Реймерсу, 1990).....	122
8. Геохимия ландшафтов.....	124
8.1. Виды миграций химических элементов .....	124
8.2. Геохимический ландшафт (ландшафтно-геохимическая система).....	126
8.3. Элементарные ландшафты (фации).....	126
8.4. Мощностъ и вертикальный геохимический профиль элементарных ландшафтов .....	132
8.5. Факторы расчленения вертикального геохимического профиля элювиальных ландшафтов.....	133
8.6. Супераквальные и субаквальные (аквальные) элементарные ландшафты .....	137
8.7. Местные ландшафты (местности).....	140
8.8. Структура местных ландшафтов.....	142
8.9. Геохимические барьеры и межбарьерные ландшафты .....	144
9. Основы ландшафтного планирования .....	146
9.1. Направления ландшафтного планирования.....	146
9.2. Территориальные объекты и уровни ландшафтного планирования .....	152
9.3. Экологический каркас в системе ландшафтного планирования .....	156
Заключение .....	162
Литература.....	163
Приложения.....	167

## ВВЕДЕНИЕ

Ландшафтоведение как обязательная профессиональная дисциплина введена государственным образовательным стандартом для геоэкологической специальности, а также изучается студентами планировочных, ландшафтно-архитектурных, лесохозяйственных и других направлений.

Бурное развитие человеческой деятельности в современном мире и связанное с этим активное воздействие на все компоненты окружающей среды заставляет будущего специалиста взглянуть на эту проблему через призму ландшафтного подхода.

Ландшафтный подход ориентирован на изучение важнейшей оболочки Земли, ландшафтной сферы. Ее особенности – наличие жизни, которая определяет многие свойства литосферы, атмосферы, гидросферы, изменяет флору и фауну. Ландшафтный подход направлен на изучение целостности изучаемого объекта, обусловленной взаимоотношениями его элементов и связями со средой. Изучая любой объект или процесс на Земле, важно знать, что он либо входит в одну ландшафтную систему, либо охватывает несколько таких систем. Объект природы или является проявлением ландшафта, или испытывает его влияние, или сам способен его изменить. Суть ландшафтного подхода: рассмотрение не только объекта изучения, но и его среды как иерархически сложно сформированного целого. Человеческая деятельность может так изменить свойства ландшафтов, что эти измененные свойства будут отрицательно действовать на самого человека. Привлечение ландшафтного подхода к разработке и решению проблем взаимодействия общества и природы, проектированию и созданию природно-технических геосистем, природоохранной деятельности подтверждает его прикладное значение и работоспособность в междисциплинарных научно-технических разработках.

Ландшафтоведение является естественным продолжением курса физической географии.

В пособии изложены основы учения о ландшафтах. Рассмотрены базовые модели организации географической оболочки, история развития науки, природные компоненты и элементы природных геосистем разных типов, факторы их дифференциации и интеграции, структурная организация, устойчивость ландшафтов и другие его свойства, а также классификации природных геосистем.

Рассмотрены функционально-динамические свойства ландшафтов, так как важное значение для развития ландшафтов имеют процессы их функционирования, динамические и эволюционные изменения, транс-

формация энергии, геофизические процессы. Изучая природно-территориальные комплексы, состоящие из компонентов, необходимо знать сущность взаимодействия и взаимосвязи между ними, которая заключается в обмене материей и энергией и непрерывной трансформации их форм при переходе из одних природных тел в другие.

В последнее время все активнее развиваются направления, связанные с изучением антропогенной трансформации, закономерностей организации и динамики разных типов природно-антропогенных, в том числе и культурных, ландшафтов. В связи с этим большое внимание уделено антропогенезации ландшафтной оболочки и природно-антропогенным ландшафтам.

Часть учебного пособия посвящена геохимии ландшафтов, которая изучает закономерности миграции химических элементов в географической оболочке Земли. Здесь рассмотрены геохимические ландшафты, их классификации, а также особенности элементарных (фаций) и местных ландшафтов.

Геохимия ландшафтов имеет дело с закономерностями миграции веществ в той оболочке Земли, которая является местом жизни и деятельности людей. Человек, осуществляя грандиозные проекты (добыча минерального сырья, строительство водохранилищ, обводнение и осушение территорий, применение удобрений и т.д.), воздействует на отдельные природные компоненты и невольно вызывает, в силу существующих связей между телами и явлениями природы, цепь изменений, все звенья которой он не может предусмотреть или предотвратить, если он не знает сущности взаимосвязей между ними. Поэтому геохимия ландшафтов, раскрывающая закономерности кругооборота веществ в различных условиях земной поверхности, представляет одну из тех отраслей знания, которая имеет большое практическое значение.

Один из разделов посвящен ландшафтному планированию – одному из актуальных направлений современного ландшафтоведения. Ландшафтное планирование ориентировано на формирование культурных ландшафтов путем совершенствования территориальной структуры и функционирования природно-хозяйственных геосистем, а также технологий хозяйственной деятельности в соответствии с ландшафтными особенностями территорий.

В учебном пособии представлены фотографии авторов, а также использованы ресурсы сети Internet.

## 1. Основные положения ландшафтоведения

### 1.1. Ландшафтоведение как наука

Ландшафтоведение – раздел физической географии, изучающий природные территориальные и природно-антропогенные комплексы (геосистемы) различного ранга. Слово «ландшафт» (нем. Landschaft) – немецкого происхождения, означает вид местности, ограниченный ее участок. Закрепившись как термин в географии в конце XIX – начале XX в., он приобрел определенный научный смысл и дал название одному из ее направлений – ландшафтоведению.

Объектом изучения ландшафтоведения является географическая оболочка; предметом – ландшафтная сфера, состоящая из геосистем разных уровней (рис. 1).

Предмет исследования ландшафтоведения (ландшафтная сфера) как самостоятельный раздел географии включает:

- 1) природно-территориальные комплексы или геосистемы разных уровней;
- 2) морфологическую структуру ландшафтов и их организацию;
- 3) региональное ландшафтоведение и районирование;
- 4) динамику ландшафтов;
- 5) эволюцию ландшафтов;
- 6) закономерности антропогенной трансформации, эволюции и формирования природно-антропогенных и культурных ландшафтов;
- 7) оптимизацию природопользования на основе ландшафтного подхода.

Задачи ландшафтоведения состоят во всестороннем познании природно-территориальных и природно-антропогенных комплексов: закономерностей их дифференциации и интеграции, развития и размещения, их различных свойств, структуры, функционирования, динамики и эволюции. Задачи ландшафтоведения ограничиваются изучением наземных геосистем.

Ландшафтоведение как часть физической географии входит в систему физико-географических наук (рис. 1). В связи с этим между ландшафтоведением и частными физико-географическими науками, которые имеют дело с различными компонентами геосистем, геоморфологией, климатологией, гидрологией, почвоведением и биогеографией, существуют тесные связи. Кроме собственно географических дисциплин к ландшафтоведению близки другие науки о Земле – геология, геохимия и геофизика. На стыке этих наук возникли новые отрасли – геохимия ландшафта и геофизика ландшафта. Тесная связь ландшафтоведения наблюдается с экологией.

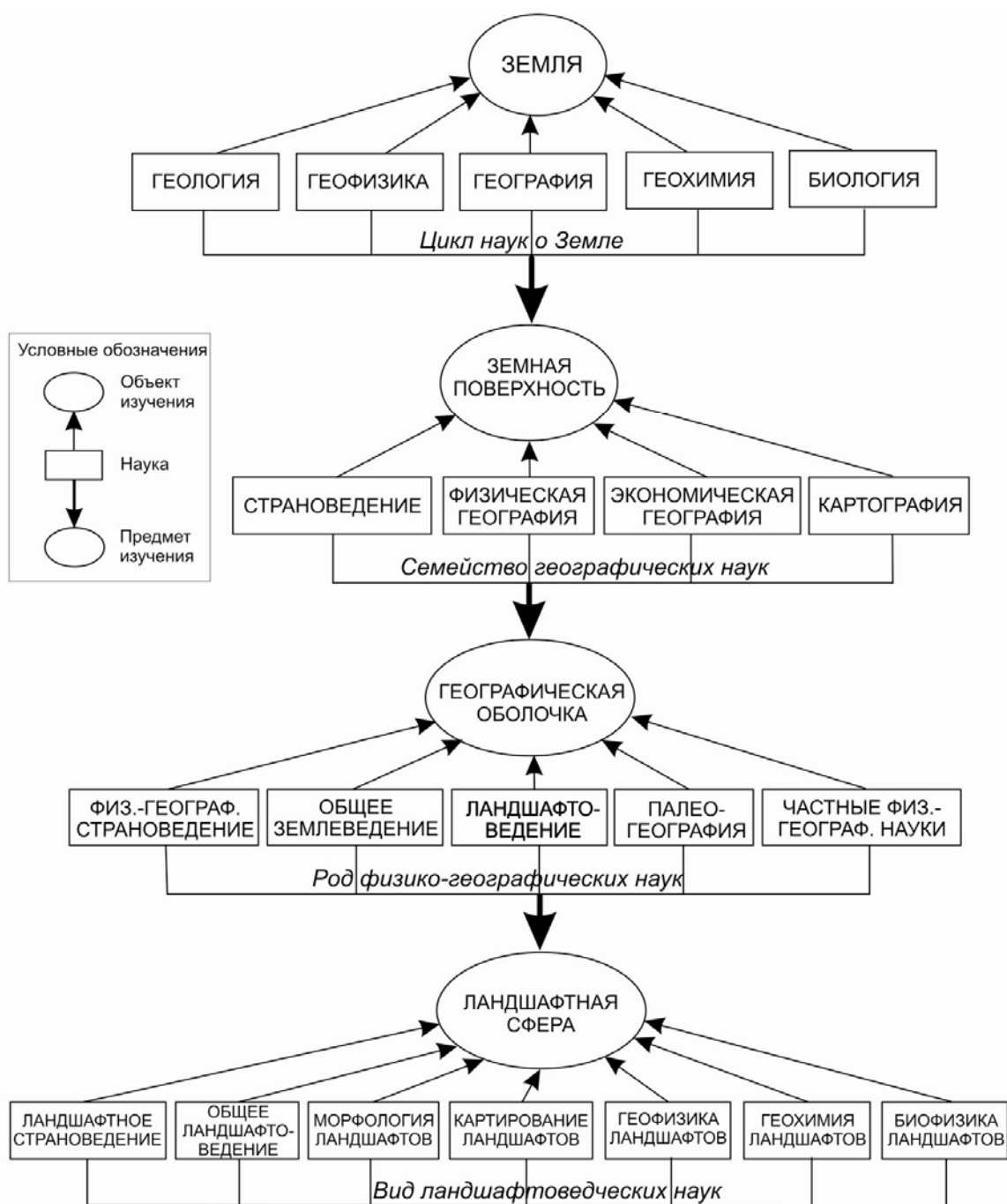


Рис. 1. Место ландшафтоведения в системе географических наук (по Ф.Н. Милькову, 1990)

Ландшафтоведение является методологической основой для усовершенствования и обустройства ландшафтов, разработки методов и способов использования нетронутых или антропогенно измененных ландшафтов, их восстановления. Наука о ландшафтах не обходится без географического изучения природного устройства территории по компонентам (растительности, почвам, водам, литогенной основе, воздуш-

ной среде). Ландшафтоведение обладает необходимыми теоретическими и методологическими разработками, накопленным практическим опытом для решения проблем исследования территорий в целях их охраны и использования.

## **1.2. История развития ландшафтоведения в России**

История ландшафтоведения всегда была связана с общественными потребностями, и с самого начала наука стала одновременно теоретической и прикладной дисциплиной. Корни науки о ландшафтах уходят в глубины народного опыта. Люди были вынуждены различать территории, отличающиеся друг от друга по условиям жизни и ведения хозяйства. Так выделялись речные поймы, балки солончаковые впадины – урочища.

В 60-70 гг. XVIII века предпринимаются широкие географические исследования с научными целями. Российской академией наук проводятся академические экспедиции, которые охватили огромные пространства России и дали первый материал для её научного географического описания.

Становление и развитие ландшафтоведения как науки неразрывно связано с именами выдающихся ученых: А. Гумбольдта (1769-1859), К. Риттера (1779-1859), В.В. Докучаева (1846-1903). Идея единства и взаимосвязи природных явлений на Земле была развита в трудах немецкого ученого Александра Гумбольдта, который, по-видимому, первым ввел понятие о ландшафте в географию, он придавал ему эстетический смысл как образу реальности, в описании которого должны быть отображены существующие взаимосвязи.

Величайшей научной заслугой В.В. Докучаева было создание науки о почвах как особом природном объекте. В 1889 году он высказал мысль о необходимости разработки новой науки о соотношениях и взаимодействиях между всеми компонентами живой и неживой природы и о законах их совместного развития, дал комплексную характеристику природных зон России. Сам В.В. Докучаев не дал никакого названия этой науке. Позже советский географ Л.С. Берг назвал В.В. Докучаева родоначальником учения о ландшафте и основоположником научного почвоведения.

В дальнейшем изучение физико-географических комплексов разного ранга нашло развитие в трудах Г.Н. Высоцкого (1865-1940), Г.Ф. Морозова (1867-1920), Л.С. Берга (1876-1950), А.А. Борзова (1874-1939), Р.И. Аболина (1886-1939) и др. В 1913 г. Л.С. Берг первым дал научное определение понятия «ландшафт», провел зональное районирование всей территории России, где впервые зоны им названы ландшафтными,

ввел разделение ландшафтов на природные и культурные. Р.И. Аболин ввёл понятие о комплексной ландшафтной оболочке земного шара, впервые наметил последовательную систему физико-географических единиц сверху вниз – от ландшафтной оболочки до простейшего географического комплекса (фации).

Теоретические основы ландшафтоведения в дальнейшем были развиты в работах С.С. Неуструева (1874-1928), Б.Б. Польшова (1877-1952), Л.Г. Раменского (1884-1953), С.В. Калесника (1901-1977), В.Н. Чукачева (1880-1967) и других исследователей.

С образованием Советского Союза изучение естественных производительных сил приобрело планомерный характер. С начала 20-х годов 20-го века развернулись интенсивные экспедиционные исследования в малоизученных территориях страны. В течение 1921-1925 годов было произведено физико-географическое районирование по отдельным республикам и экономическим районам.

Важный научный результат детальных ландшафтных исследований – появление идей в области динамики и эволюции ландшафта. В этом направлении работали Б.Б. Польшов, Л.С. Берг, В.Л. Комаров, И.В. Ларин и др.

Большое значение для теории и практики географических и ландшафтных исследований имеют труды Н.А. Солнцева, А.Г. Исаченко, Д.Л. Арманда, Ф.Н. Милькова, В.С. Преображенского, С.В. Калесника, В.А. Николаева, А.М., Шульгина, В.Б. Сочавы, М.А. Глазовской, А.И. Перельмана и др.

В 40-х годах 20-го столетия в результате приложения идей и методов геохимии к учению о ландшафтах как самостоятельное научное направление возникла геохимия ландшафтов. Основателем данного направления является Б.Б. Польшов (1877-1952), которым было дано определение «геохимического ландшафта». В 60-х годах 20-го века геохимия ландшафтов бурно развивалась, благодаря трудам М.А. Глазовской, А.И. Перельмана и др.

В середине 20-го века перед ландшафтоведением возникли новые задачи, вследствие резкого нарушения естественных функций природных комплексов. Появился интерес к вопросам изучения структуры, функционирования и динамики ландшафтов, а также техногенного воздействия на них.

В 60-х годах 20-го века В.Б. Сочавой впервые вводится понятие «геосистема», формулируются основные проблемы нового направления комплексной физической географии – учение о геосистемах, которое рассматривается им как теоретическая основа рационального использования и оптимизации природной среды.

В это же время 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. Геофизика ландшафта как самостоятельное направление развивалась в трудах Н.Л. Беручашвили (1986), К.Н. Дьяконова (1991), С.М. Зубова (1985), А.А. Григорьева и др.

Начиная с 60-х годов 20-го века, разрабатываются принципы и методы ландшафтно-географического прогнозирования. Происходит расширение сферы прикладных ландшафтных исследований. Появилось много новых направлений: архитектурно-планировочное, ландшафтно-рекреационное, ландшафтно-инженерное, ландшафтно-мелиоративное и др.

В последней четверти XX в. в ландшафтоведении все активнее выделяются экологизированные (геоэкологические) направления, ориентированные на изучение закономерностей антропогенезации ландшафтной оболочки, организации природно-антропогенных и разных видов культурных ландшафтов. Эти направления активно развивались в научных школах Т.В. Звонковой, М.А. Глазовской и А.И. Перельмана, А.М. Рябчикова и Л.И. Кураковой, Ф.Н. Милькова, И.П. Герасимова и В.С. Преображенского, В.С. Жекулина и др.

В последнее десятилетие активизируется развитие учений о культурных ландшафтах, их планировании, конструировании, проектировании и оптимизации. Представления о культурном ландшафте в различных трактовках можно получить из работ Ю.Г. Саушкина, Л.Н. Гумилева, Ф.Н. Милькова, В.С. Жекулина, Л.И. Кураковой, Ю.А. Веденина, В.А. Николаева, Г.А. Исаченко, В.Н. Калущкого, Л.К. Казакова и др.

В настоящее время ландшафтное направление развивается также бурно. Современные исследования во многом связаны с оптимизацией природной среды человечества.

### **1.3. История развития учения о ландшафтах в зарубежной науке. Ландшафтная экология**

Наиболее полный обзор становления понятия «ландшафт» в XIX и первой половине XX века за рубежом дал Р. Хартшорн в своей фундаментальной монографии «Суть географии», написанной во многом с целью ознакомления американских географов с идеями европейской географии. Р. Хартшорн связывал введение термина «ландшафт» как территориальной единицы с именем Гоммейера, который в 1810 г. использовал его для обозначения участка территории, промежуточного по размерам между местностью (Gegend) и страной, землёй (Land). В 1850 г.

Розенкранц определил ландшафт как иерархически организованную локальную систему всех царств природы (Хорошев, 2006).

В начале XX века в зарубежной географии довольно оживленно обсуждались проблемы физико-географического деления земной поверхности, 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. 24) выделение крупных региональных единиц сочетается с попыткой дать их типологию.

С ландшафтно-географической точки зрения представляют интерес исследования немецкого географа З. Пассарге (1867-1958 гг.), который одновременно с русскими учеными и независимо от них разрабатывал представление о ландшафте. В 1913 г. З. Пассарге определил ландшафт как область, в пределах которой все природные компоненты обнаруживают соответствие «во всех существенных пунктах», попытался установить ландшафтообразующие факторы и построить в соответствии с ними систему ландшафтов (на примере Южной Африки). Позже З. Пассарге продолжал заниматься разработкой ландшафтной концепции, в которой он придавал большое значение внутреннему пространственному рисунку ландшафта, т. е. набору, форме и взаимному расположению его морфологических частей («частей ландшафта»), а также считал важной задачей разработку типологии ландшафтов, но недооценивал необходимость изучения взаимосвязей между компонентами ландшафта и применения генетического подхода (Исаченко, 1991).

Усиление интереса к ландшафтоведению наблюдается в конце 40-х – начале 50-х гг. 20-го века у германских, австрийских, швейцарских географов. 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. Он различал морфологию и экологию ландшафта, а также ввел также понятие об экотопе как элементарной ячейке ландшафта (эквивалент фации).

Исследования по «экологии ландшафта» с начала 60-х гг. 20-го века тесно связывались с задачами сельского хозяйства и гидромелиорации, и основное внимание обращалось на взаимоотношения между почвой, растительностью и водным режимом в различных экотопах.

У географов США, Австралии, Канады идея природного территориального комплекса стихийно пробивает себе путь от практики прикладных территориальных исследований. В процессе изучения природных ресурсов, классификации и оценки сельскохозяйственных земель,

инвентаризации лесов постепенно выработывалась 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) (Исаченко, 1991).

На Западе идея взаимосвязи компонентов живой и неживой природы часто связывается не с географией, а с экологией как учением об экосистемах. Во многих странах Запада идея природного географического комплекса привносится в географию извне – из практического опыта и экологии. Со временем за рубежом сформировалось самостоятельное научное направление «ландшафтная экология».

Развитие ландшафтной экологии в Европе и Северной Америке существенно шло по-разному. В Европе ландшафтная экология возникла как отклик на экологический кризис и попытка его разрешить с точки зрения биокибернетики. Она стала выводиться за рамки экологии и географии как наука для разработки методологии и способов охраны природной среды и ландшафтного планирования. В Северной Америке обособление ландшафтной экологии происходило немного позже и опиралось на собственно экологию, как биологическую науку, в которой возникла необходимость привлечения фактора пространственной организации для объяснения экосистемных процессов, особенно миграции животных, а также оценки жизнеспособности популяций в зависимости от размеров, формы конфигурации местообитаний (Хорошев, 2006).

Оформление ландшафтной экологии по времени совпало с резким ростом экологических проблем и осознания возможности глобального и регионального экологических кризисов. Возросла потребность в создании концепции управления природопользованием с оптимальным использованием географического пространства. Первые работы в прикладной сфере были связаны с проектированием систем охраняемых природных территорий на базе концепции пространственной структуры матрица-пятно-коридор американского эколога Р. Формана и французского лесоведа М. Годрона (1986, 1997 гг.). Обособлению ландшафтной экологии способствовал также поиск иерархического уровня, который оптимально соотносился бы с восприятием человеком природы, принятием решений в управлении природопользованием и пространственном планировании. Классический объект экологии – экосистема – для этого слишком мала, биосфера в целом велика. Ландшафт был воспринят как наиболее адекватное понятие, отображающее систему хронологической размерности и основной объект ландшафтной экологии (Хорошев, 2006).

Современная ландшафтная экология имеет ряд приоритетных направлений исследования: 1) экологические потоки в ландшафтной мозаике; 2) причины, процессы и последствия землепользования и изменений ландшафтного покрова; 3) нелинейная динамика и сложность ландшафта; 4) масштабирование; 5) методологические проблемы пространственного анализа; 6) соотношение ландшафтных метрик и экологических процессов; 7) включение деятельности человека в ландшафтную экологию; 8) оптимизация ландшафтной структуры; 9) устойчивость и охрана ландшафта; 9) получение данных и оценка их корректности (точности) для целей мониторинга (Хорошев, 2006).

#### **1.4. Основные понятия в ландшафтоведении**

Как было сказано выше, предметом исследования ландшафтоведения являются природно-территориальные комплексы (ПТК). В настоящее время у разных авторов существует достаточно много определений данного термина, но все они указывают на «системность» этих образований.

*Природно-территориальный комплекс* – сочетание природных компонентов, образующих целую систему различных уровней от географической оболочки до фаций; обычно ПТК включает участок земной коры с присущим ему рельефом, поверхностными и подземными водами, приземный слой атмосферы, почвы, сообщества организмов.

Под природными географическими компонентами понимаются массы твердой земной коры, массы гидросферы (скопления подземных и поверхностных вод), воздушные массы атмосферы, биота, почва. К особым самостоятельным компонентам относятся рельеф и климат, так как играют важную роль в формировании и функционировании ПТК (Исаченко, 1991).

*Компоненты природы* – материальные тела, однородные по агрегатному составу, а также по наличию или отсутствию проявлений жизни (газы, жидкости, снег, лед, почва, горные породы, растения, животные).

Природные компоненты взаимосвязаны в пространстве и во времени, т.е. их развитие происходит сопряженно. Например, при продвижении по профилю с севера на юг 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, микроклимат, уровень грунтовых вод, виды и разности почв, фитоценозы. Гео-

графические компоненты взаимосвязаны и во времени: на изменения климата обязательно отреагируют почвы, растительный и животный мир и др. Таким образом, *ПТК – это пространственно-временная система географических компонентов, взаимообусловленных в своем размещении и развивающихся как единое целое.*

Такая тесная взаимообусловленность природных компонентов имеет практическое значение: возможность вывести или предсказать какой-либо неизвестный компонент с помощью других. Так, с достаточно большой точностью можно установить величину речного стока и его режим (при отсутствии прямых наблюдений), пользуясь данными по количеству атмосферных осадков, температурному режиму, характеру рельефа, свойствам горных пород. Особенно важное индикационное значение имеют почвы и растительность, т.к. они отражают самые тонкие нюансы климата и гидрологического режима, физико-химические свойства горных пород и изменений рельефа.

ПТК – особая система со сложной структурой и взаимной обусловленностью между компонентами. Такую систему (ПТК), как и любой другой природный комплекс правомерно именовать «*геосистемой*». Именовывать объекты, изучаемые физической географией, геосистемами предложил В.Б. Сочава (Сочава, 1978). Геосистемы ограничены только принадлежностью к Земле и относительно тесными связями внутри них. Геосистема близка по значению к ПТК, но является более широким понятием (рис. 2).

*Геосистемы* – природные системы разных уровней, охватывающие взаимосвязанные части литосферы, гидросферы, биосферы, атмосферы. Компоненты геосистемы связаны между собой потоками вещества и энергии, процессами гравитационного перемещения твёрдого материала, влагооборотом, биогенной миграцией химических элементов.

Геосистема охватывает все природные географические единства, от географической оболочки Земли до самых простых, элементарных структур. Геосистема – это не простое сочетание компонентов, а сложное, целостное материальное образование с определенной организацией вещества Земли. Термин «геосистема» предполагает особую системную сущность объекта, его принадлежность к системам, которые являются универсальной формой организации природы. Поэтому геосистему рассматривают как систему особого класса, высокого уровня организации, со сложной структурой и взаимной обусловленностью компонентов. Если под ландшафтом понимают реальный, многообразный природный объект, то под системой – его структурированный, лаконичный образ. Любая геосистема имеет следующие особенности: состоит из набора

взаимосвязанных элементов; является частью другой, более крупной системы; состоит из подсистем более низкого уровня (Голованов, 2005).

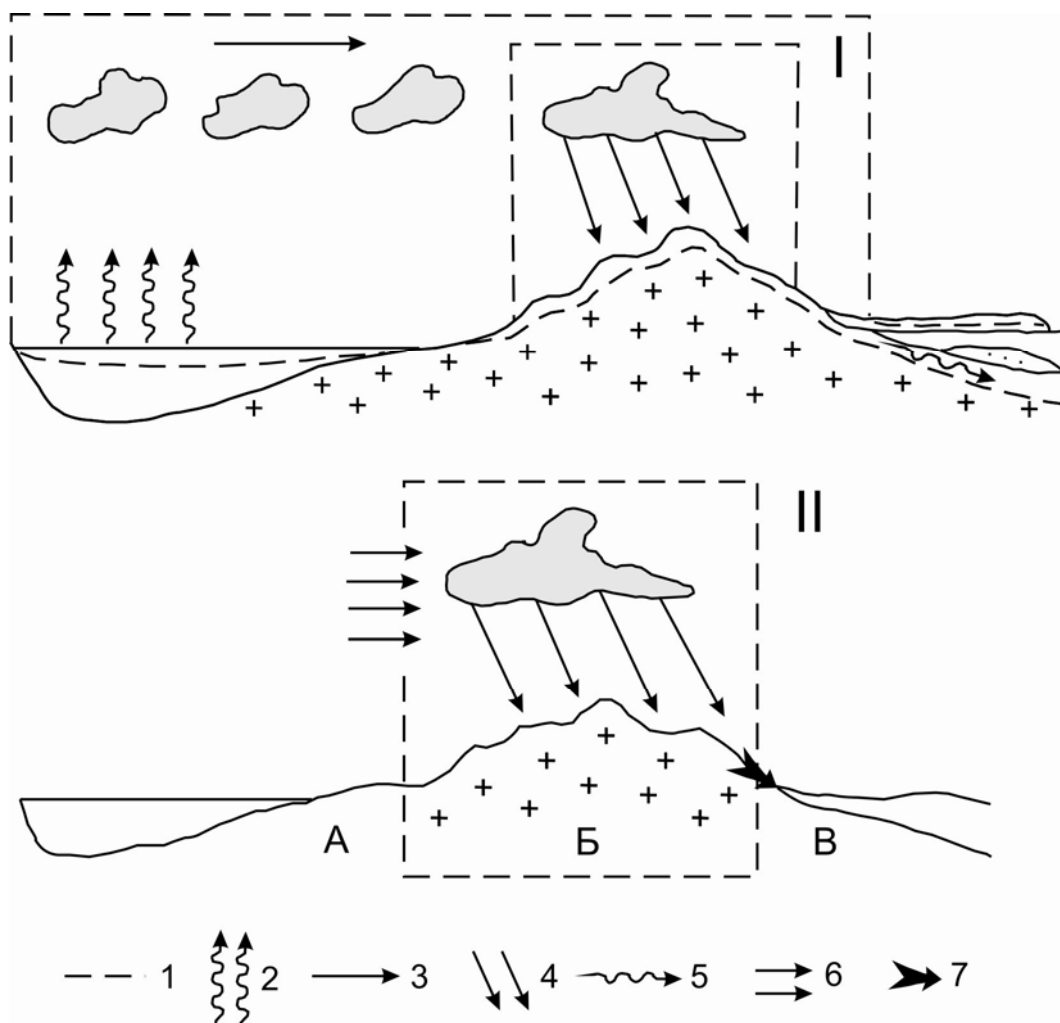


Рис. 2. Геосистема ( I ) и природно-территориальный комплекс ( II ) (ландшафт) горного массива (по Д.Л. Арманду, 1975)

1-граница геосистемы и комплекса, 2-испарение, 3-речной сток внутри геосистемы, 6-привнос влаги из равнинного комплекса А в горный Б, 7-вынос жидкого и твердого стока по реке из горного комплекса Б в равнинный В

Термин «геосистема» подчеркивает большую сложность географических объектов, их системный характер. Различают геосистемы, состоящие только из природных элементов, – природные геосистемы и из элементов природы, населения и хозяйства – интегральные (рис. 3)

*Природная геосистема* – это участок земной поверхности, где отдельные компоненты природы и комплексы меньших рангов находятся в тесной связи друг с другом и который как целое взаимодействует с соседними участками, космической сферой и человеческим обществом. В настоящее время на Земле почти не осталось абсолютно незатронутых

воздействием человека природных геосистем. Поэтому на большей части земного пространства природная геосистема может быть рассмотрена лишь как природная составляющая более сложных интегральных геосистем, в том числе и природно-технических. Но, даже находясь под интенсивным влиянием человеческой деятельности, природная составляющая продолжает жить по природным законам, подчиняясь природным процессам обмена веществом и энергией, сезонам года, времени суток, погодным и климатическим изменениям.

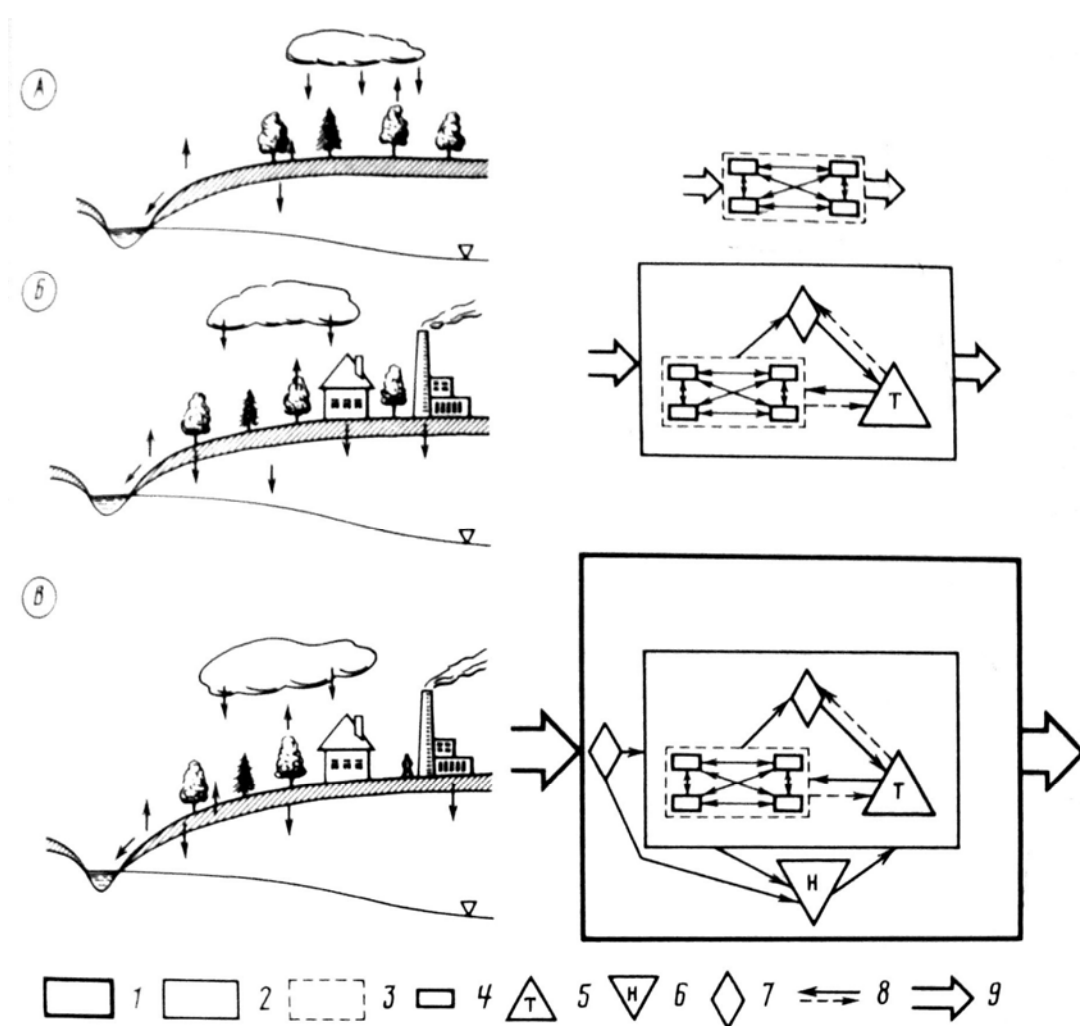


Рис. 3. Модели различных видов геосистем  
(Геоэкологические основы..., 1989)

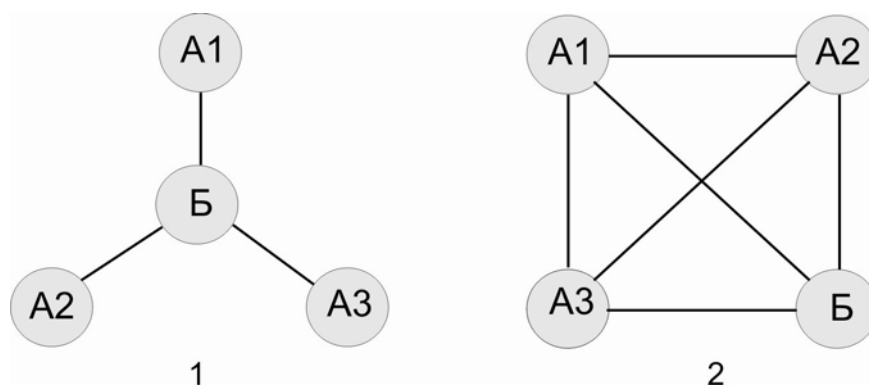
А – природная геосистема, Б – природно-техническая геосистема, В – интегральная геосистема; 1 – граница интегральной геосистемы; 2 – граница природно-технической геосистемы; 3 – граница природной геосистемы; 4 – природные компоненты, элементы; 5 – технические элементы, подсистемы; 6 – население, чел.; 7 – орган управления, принимающий и контролирующий решения; 8 – связи между компонентами, элементами, подсистемами; 9 – связи на входе и выходе систем

*Интегральная геосистема* – это сложное пространственно-временное образование, состоящее из таких элементов или подсистем, как природа, население, хозяйство; последние два элемента обычно рассматриваются как представители подсистемы "общество" с его различными видами деятельности: производственной, культурной, бытовой, рекреационной. Интегральные геосистемы обладают двойственной качественной природой. С одной стороны, сохраняя природные свойства, они развиваются и живут по природным законам; с другой – они обрели качества социальные, общественные, которые определяются прежде всего законами развития общества. Интегральные геосистемы имеют различные размеры и разные уровни сложности.

*Природно-техническая геосистема* – вид интегральной геосистемы, в которой на первый план выходит взаимодействие природы и техники (Геоэкологические основы..., 1989).

Сходно с «геосистемой» понятие «экосистема», но между ними существуют принципиальные различия.

*Экосистема* – геосистема, в которой существенную роль играют биокомпоненты. Это биоцентрическая система, абиотические компоненты в них рассматриваются постольку, поскольку они формируют экологические условия существования организмов. 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. 4). Экосистему можно рассматривать как систему частную по отношению к геосистеме (Исаченко, 1991).



*Рис. 4. Простейшие модели экосистемы и геосистемы  
(по А.Г. Исаченко, 1991)*

*1 – экосистема; 2 – геосистема; A1, A2, A3 – абиотические компоненты;  
Б – биота; линии – межкомпонентные связи*

Все ландшафты Земли сосредоточены в пределах ландшафтной сферы.

По А.Г. Исаченко (1991) *ландшафтная сфера* – узкая и наиболее активная пленка эпигеосферы на контактах атмосферы, гидросферы и литосферы, где происходит их наиболее активное взаимопроникновение и взаимодействие, где наблюдается концентрация жизни, формируется производный компонент – почвы.

По Д.Л. Арманду (1975) *ландшафтной сферой* является подсистема Земли, обладающая следующими свойствами: 1) вещество в ней находится в трех агрегатных состояниях; 2) все виды вещества взаимно проникают и взаимодействуют друг с другом; 3) физико-географические процессы протекают как за счет солнечного, так и внутрипланетарных источников энергии; 4) все виды энергии, поступая в нее, претерпевают трансформацию и частично консервируются; 5) вещество и энергия в ее пределах сильно дифференцированы в тангенциальном направлении. Только в пределах ландшафтной сферы существует «ландшафт», она состоит из него, им заполнена. Ландшафтная сфера является верхним пределом ландшафта при увеличении его размеров.

*Природно-антропогенный ландшафт* – это наиболее общий, широко используемый, безразмерный термин, обычно обозначающий любые антропогенно трансформированные ландшафты. Одни исследователи в понятие «природно-антропогенный ландшафт» включают только в разной степени антропогенно модифицированные природные комплексы, без хозяйственных элементов, другие – в разной степени измененные прямым или опосредованным антропогенным воздействием природно-территориальные комплексы с искусственными хозяйственными подсистемами (промышленные объекты, сельхозугодья и пр.). Сильно измененные хозяйственной деятельностью природно-антропогенные ландшафты часто называют просто антропогенными.

### **1.5. Иерархия природных геосистем**

Иерархическая классификация объединяет геосистемы от фации до ландшафтной оболочки Земли, где логическим основанием является соотношение части и целого. Все геосистемы делят на структурные уровни: от относительно более простых к более сложным.

Выделяются три главных уровня организации геосистем: планетарный, региональный и локальный (рис. 5).

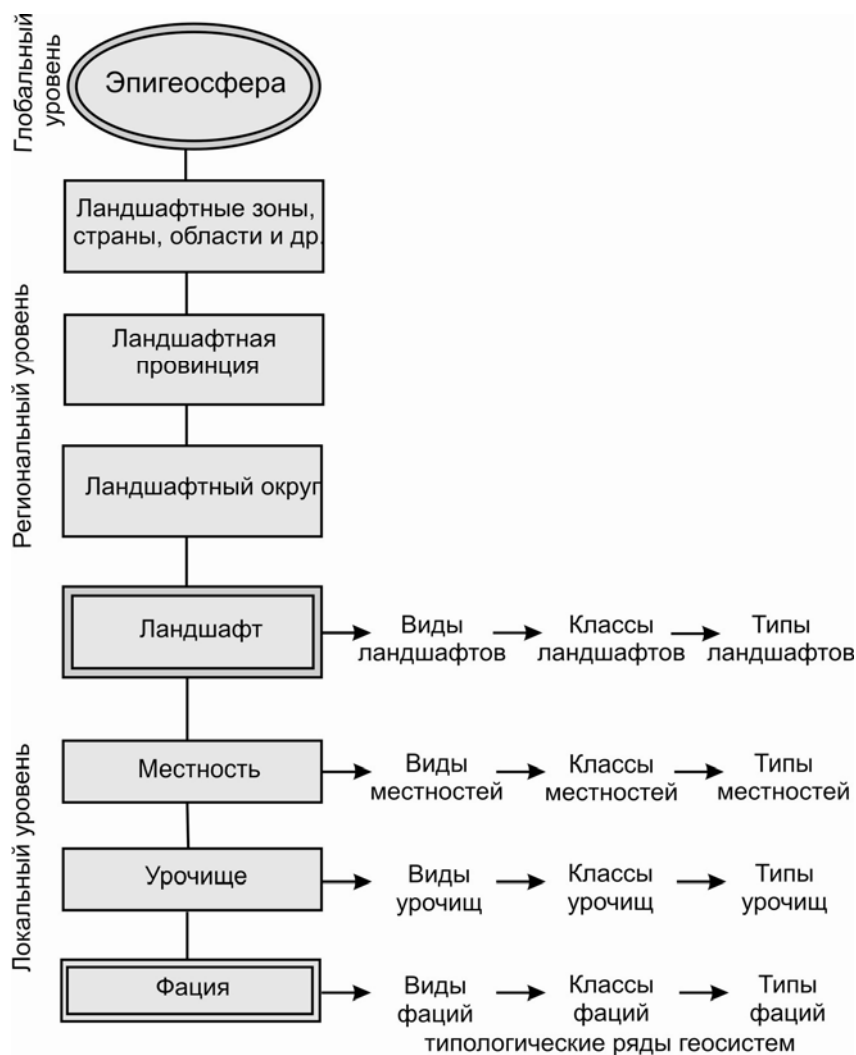


Рис. 5. Схема иерархии геосистем (по А.Г. Исаченко, 1991)

На глобальном уровне всю планету Земля представляют как уникальную геосистему – эпигеосферу («наружная земная оболочка»). На региональном уровне сушу подразделяют на достаточно сложные по строению структурные подразделения эпигеосферы – ландшафтные зоны, страны (рис. 6), области, провинции, округа и собственно ландшафты. На локальном уровне выделяются относительно простые ПТК – местности, урочища, подурочища и фации.

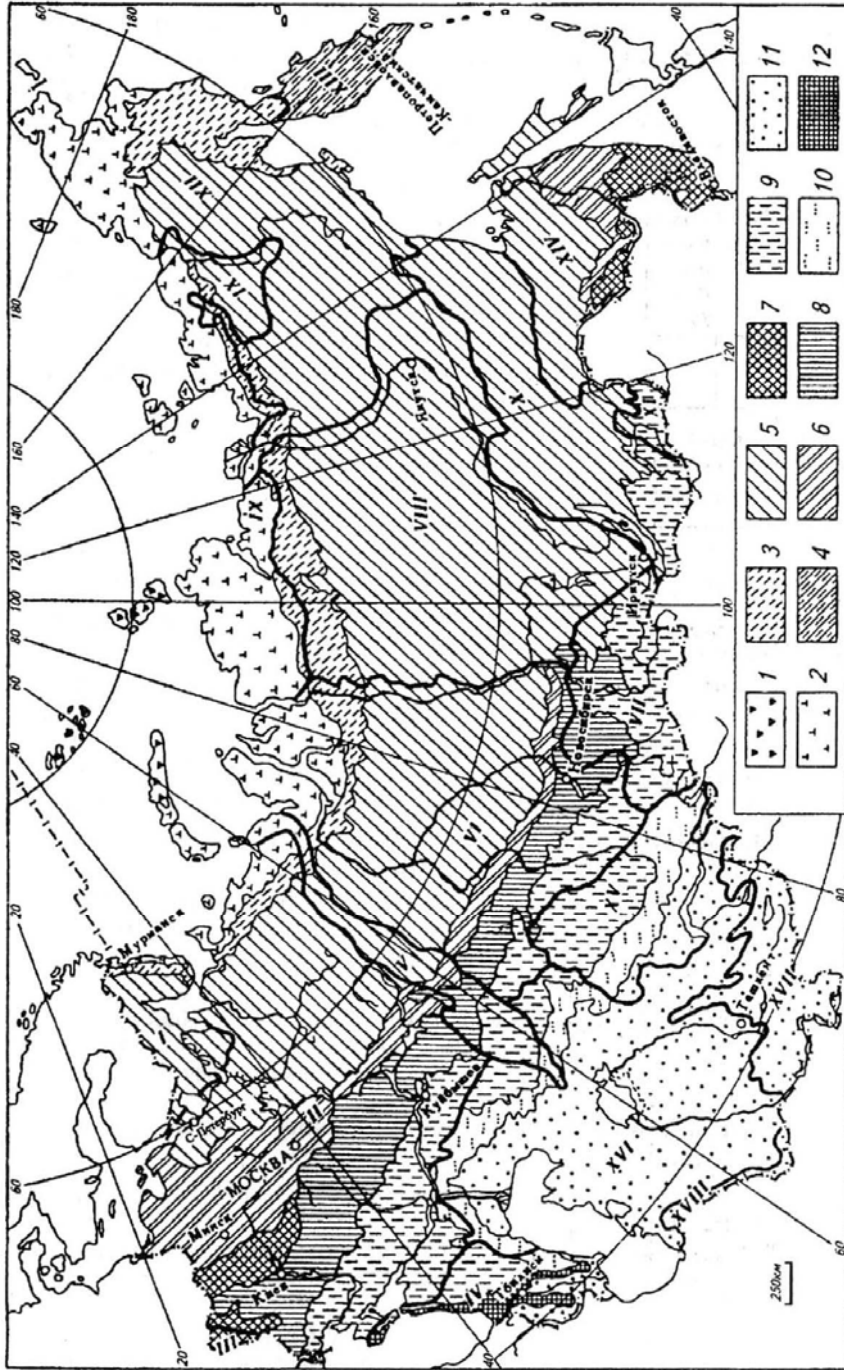


Рис. 6. Ландшафтные зоны и страны бывшего СССР (по А.Г. Исаченко, 1991)

Ландшафтные зоны: 1 – арктическая, 2 – тундровая, 3 – лесотундровая, 4 – лесолуговая, 5 – таяежная, 6 – подтаяежная, 7 – широколиственно-лесная (европейская и дальневосточная), 8 – лесостепная, 9 – степная, 10 – полупустынная, 11 – пустынная, 12 – субсредиземноморская (с фрагментами средиземноморской и барьерной влажно-лесной).

Ландшафтные страны: I – Фенно-Скандия (Балтийский щит), II – Восточно-Европейская (Русская равнина), III – Карпатская, IV – Крымско-Кавказская, V – Уральская, VI – Западносибирская, 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

Региональные и локальные геосистемы изучаются как в индивидуальном, так и в типологическом плане (рис. 5). Для науки или 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 (Исаченко, 1991). Подобная типизация служит важным обобщением, в ней находят выражение основные закономерности; кроме того, она способствует решению практических задач, связанных с освоением, хозяйственным использованием, охраной геосистем.

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, Западной Сибири, Тибета и т.п.) или зоны (тундровой, лесостепной, экваториальной и др.) крайне ограничивает возможность и значение типизации; подобные объекты приходится изучать в индивидуальном порядке.

В природе существуют лишь конкретные (индивидуальные) геосистемы, а их классификационные объединения – результат научного обобщения, в процессе которого выявляются общие черты отдельных объектов. Представление о типе может возникнуть только в результате выявления и сравнения конкретных индивидов – фаций, ландшафтов или геосистем иного ранга. При этом каждая категория геосистем классифицируется отдельно, образуя несколько самостоятельных классификационных систем – отдельно для фаций, для урочищ, для ландшафтов и т.д.

## 2. Состав и свойства природных ландшафтов

### 2.1. Понятие «ландшафт»

Ландшафты – одно из основных понятий физической географии.

Ландшафт – давно и прочно вошедшее в бытовой оборот не русское слово. Термин введен в отечественную науку знаменитым немецким ученым Александром Гумбольдтом, который заимствовал слово из родного немецкого, где оно бытовало с давних времен и означало *die Landschaft* – «вид земли», «вид местности», «...большой, обозримый простым глазом участок поверхности, отличающийся от соседних участков характерными индивидуальными чертами» (с немецкого *Land* – «земля», *schaft* – «взаимосвязь», «взаимозависимость»). Сам А. Гумбольдт понимал под ландшафтом «визуально воспринимаемую и эстетически оцениваемую красоту окружающего».

В русском языке ближе всего к термину «ландшафт» стоит слово «местность» – территория, имеющая единый облик, образ.

Научных определений понятия «ландшафт» существует достаточно много, это обстоятельство свидетельствует о том, что сущность его весьма сложна.

*Ландшафт* – это конкретная территория, однородная по своему происхождению и истории развития, неделимая по зональным и азональным признакам, обладающая единым геологическим фундаментом, однотипным рельефом, общим климатом, единообразным сочетанием гидротермических условий, почв, биоценозов и, следовательно, характерным набором простых геокомплексов (фаций, урочищ) (Энциклопедический словарь..., 1968).

Ландшафты в зависимости от характера распространения подразделяются на несколько групп. Типичные для определенной зоны ландшафты называют *зональными*, например, для лесной зоны – это различные лесные ландшафты. *Интразональные* ландшафты не являются типичными для природной зоны, они включены в нее – это верховые сфагновые болота, тугайные заросли в поймах рек, такыры. *Экстрозональные* ландшафты – это участки типичных ландшафтов обычно соседних зон, например участок степи среди лесных ландшафтов или участок леса среди степи. *Азональные* ландшафты не связаны с определенной природной зоной, они встречаются в разных зонах – это пойменные, заливные и суходольные луга, низинные болота.

В ландшафтоведении ландшафт – основная единица в иерархии геосистем. Ландшафт занимает особое место, так как расположен на стыке региональных и локальных геосистем (рис. 5). Он в равной мере

несет на себе черты природной зональности и местные особенности геолого-геоморфологического строения.

Ландшафт представляет собой предельную, наинизшую ступень в системе региональной дифференциации эпигеосферы. Объединение ландшафтов образует региональные единства более высоких рангов (ландшафтные округ, провинция, область, страна, зона). Зональная и азональная однородность ландшафта проявляется в единстве геологического фундамента, типе рельефа и климата. Эта однородность и определяет генетическое единство ландшафта. В соответствии с региональной трактовкой ландшафт понимают как конкретный индивидуальный и неповторимый природно-территориальный комплекс, имеющий географическое название и точное положение на карте (рис. 7).

Также ландшафт – основная ступень в иерархии локальных геосистем со строго ограниченным набором простых природных территориальных комплексов (фаций, подурочищ, урочищ и местностей), рассматриваемых как морфологические части ландшафта.

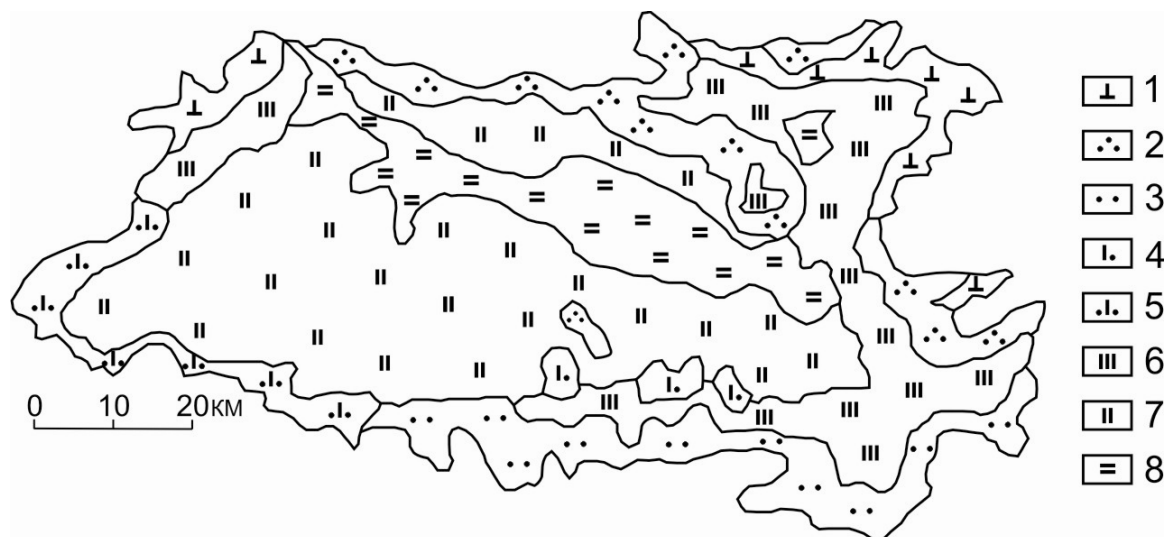
Таким образом, с одной стороны, всякий ландшафт в результате развития и дифференциации географической оболочки одновременно является элементом более сложных региональных единств высших структурных подразделений. С другой стороны – представляет специфическое территориальное сочетание локальных особенностей природы. Единство этих двух подходов (сверху и снизу) к ландшафту позволило решить проблему однородности и разнородности ландшафта.

Ландшафт также определяется как генетически единая геосистема, однородная по зональным и азональным признакам и включающая в себя специфический набор сопряженных локальных геосистем.

Для обособления самостоятельного ландшафта необходимо рассматривать следующие диагностические признаки (Голованов, 2005):

- территория, на которой формируется ландшафт, должна иметь однородный геологический фундамент;
- после образования геологического фундамента последующее развитие ландшафта на его пространстве должно быть однородным, как и состав горных пород;
- местный климат на всем пространстве ландшафта должен быть единым;
- генетический тип рельефа должен сохраняться один.

Площади ландшафтов могут существенно варьироваться, на равнинах – от нескольких десятков до нескольких сотен квадратных километров.



*Рис. 7. Ландшафты Чуйской межгорной котловины (Горный Алтай)  
(фрагмент ландшафтной карты, Атлас Алтайского края, 1991)*

*Среднегорные ландшафты: 1 – лесостепные с лиственничными и березово-лиственничными лесами по склонам северных экспозиций на горно-лесных дерново-черноземовидных почвах в сочетании с сухими степями на горно-степных черноземовидных почвах по склонам южной ориентации; 2 – сухие мелкодерновинно-злаковые степи на горных каштановых почвах; 3 – сухие мелкодерновинно-злаковые с караганой степи на горных каштановых почвах с участками умеренно-сухих степей на горных черноземах*

*Мелкосопочники: 4 – сухие мелкодерновинные злаковые степи на горных каштановых почвах с фрагментами разнотравно-злаковых, кустарниковых умеренно-сухих степей на горно-степных черноземовидных почвах; 5 – опустыненные полынно-ковыльные степи, с караганой на горных светло каштановых почвах с участками лугово-ковыльных и тарово-полынных степей на светло каштановых солонцеватых почвах*

*Межгорно-котловинные ландшафты: 6 – сухие полынно-злаковые степи, часто с караганой на темно-каштановых и каштановых, местами солонцеватых почвах и южных черноземах; 7 – разнотравно-полынно-злаковые, ковыльные, кустарниковые опустыненные степи на светлокаштановых, местами солонцеватых почвах*

*Ландшафты долин рек: 8 – пойменные долины и озерные котловины с сочетанием прирусловых ивняков, местами тополевыков и галофитно-разнотравно-осоковых заболоченных и засоленных лугов на иловато перегнойно-глеевых почвах*

Для изучения региональных и локальных геосистем требуется применение разнообразных методов. Локальные геосистемы обязательно изучают путем полевых исследований, включая стационарные наблюдения и ландшафтную съемку. Высшие единства изучают с применением камеральных методов исследования, анализа и обобщения литературных источников, карт, аэрокосмических снимков. Познание же самого ландшафта требует применения комплекса методов, полевых и камеральных.

## 2.2. Природные компоненты ландшафта и ландшафтообразующие факторы

Природные компоненты – составные части, формирующие ландшафты. Свойства компонентов и отдельные из компонентов во многом являются производными их взаимодействия в ПТК.

К основным природным географическим компонентам относятся: массы твердой земной коры (литосферы); массы поверхностных и подземных вод (гидросфера), находящиеся в ландшафтах в трех фазовых состояниях (жидком, твердом и парообразном); воздушные массы нижних слоев атмосферы (тропосферы); растительность, животные, микроорганизмы, органо-минеральное тело – почва.

Все природные компоненты по их происхождению, свойствам и функциям в ландшафтах объединяются в три подсистемы (Казаков, 2007):

- 1) *геома* – включает в себя литогенную основу (горные породы, рельеф), воздух нижней части атмосферы, воды;
- 2) *биота* – растительность и животный мир;
- 3) *биокозная* подсистема – почвы.

Большинство самих ландшафтов, как и почвы, относятся к биокосным геосистемам, так как в них живое и неживое вещество, взаимно проникая и взаимодействуя друг с другом, определяют взаимообусловленность некоторых свойств этих компонентов и ландшафтных комплексов в целом.

Тесная взаимосвязь географических компонентов прослеживается и в пространстве, и во времени. Если один компонент геосистемы изменится, то и другие компоненты обязательно перестроятся и придут в соответствие друг с другом. Например, при изменении климата произойдут изменения в гидросфере, биоте, почвах, рельефе. Поскольку каждому компоненту в ответной реакции свойственна определенная инертность, то скорость их перестройки будет разной.

Внутри геосистемы компонентам присуще вертикальное, упорядоченное, ярусное расположение, в соответствии с принадлежностью к определенной геосфере. Любой компонент геосистемы – это сложное тело. В каждом из компонентов содержатся вещества остальных компонентов, что придает им сложность и новые свойства.

Компоненты ландшафта разделяются на три группы с учетом их функций в геосистеме (Голованов, 2005):

- 1) *инертные* – минеральная часть и рельеф (фиксированная основа геосистемы);
- 2) *мобильные* – воздушные и водные массы (выполняют транзитные и обменные функции);

3) *активные* – биота (фактор саморегуляции, восстановления, стабилизации геосистемы).

Абиогенные компоненты составляют первичный материал геосистемы. Биота – наиболее активный компонент геосистемы. Живое вещество – важный ландшафтообразующий фактор, так как биологический круговорот преобразует атмосферу, гидросферу и литосферу. Современная воздушная оболочка, толща осадочных пород, газовый и ионный состав вод, почва формируются при участии биоты.

Природные компоненты обладают множеством самых разнообразных свойств, но они имеют далеко не одинаковое значение для организации и развития территориальных геосистем. Наиболее активные и важные для выделения конкретного уровня организации ПТК свойства компонентов называются природными факторами ландшафтообразования. Среди факторов выделяют ведущие или главные для определенного уровня организации геосистем, и второстепенные, определяющие специфику геосистем других уровней. Именно они являются одними из основных причин, движущих сил, определяющих результаты и типы взаимодействия между природными компонентами, а также структурно-функциональные особенности ландшафтов (тип рельефа, климат, тип растительности и т.д.).

Ландшафтообразующий фактор и компонент ландшафта являются разными понятиями. Фактор – движущая сила какого-либо процесса или явления, определяющая его характер или отдельные его черты. В ландшафте нет основной движущей силы, он подвержен воздействию многих факторов: дифференциации и интеграции, развития, размещения и т.д. Компоненты ландшафта не могут быть определяющими факторами, так как без них не было бы самого ландшафта. Ни один компонент нельзя заменить другим, они равнозначны.

К определяющим ландшафтообразующим факторам относятся: вращение Земли, тектонические движения, неравномерный приток солнечной радиации, циркуляция атмосферы и др. Факторы, формирующие ландшафты, обычно связывают с внутренними и внешними энергетическими воздействиями, потоками вещества, процессами.

### **2.3. Границы ландшафта**

Ландшафт – трехмерное тело с естественными границами в пространстве по вертикали и площади.

Верхняя граница ландшафта четко не определена, расположена в воздушной среде (тропосфере). К ландшафту относят приземный слой воздуха над земной поверхностью мощностью до 30-50 м. Пределы ландшафта в атмосфере находятся там, где его влияние на атмосферные

процессы исчезают, а климатические различия по горизонтали между ландшафтами сглажены.

Нижняя граница ландшафта в литосфере также расплывчатая и определяется десятками метров протяженности от поверхности почвы в глубину. Горные породы служат фундаментом ландшафта и постепенно вовлекаются в круговорот веществ. Глубина, до которой прослеживается взаимодействие компонентов ландшафта, и определяет его нижнюю границу. Так годовые колебания температуры почвы распространяются до глубины 20-30 м., свободный кислород проникает в земную кору до уровня грунтовых вод, мощность зоны окисления горных пород – около 60 м. и т.д. Глубина проникновения разных процессов функционирования ландшафта в его твердый фундамент зависит от строения и вещественного состава верхней толщи литосферы.

Ландшафтная дифференциация обусловлена зональными и азональными факторами. Зональность проявляется в климате, аazonальность – в твердом фундаменте ландшафта. Этими компонентами и определяются ландшафтные границы. Смена ландшафтов в пространстве обусловлена постепенным зональным изменением климата, высоты над уровнем моря, экспозицией склона, изменением морфоструктуры или коренных пород. По этим причинам происходят изменения всех компонентов ландшафта.

Граница ландшафта представляет собой переходную полосу различной ширины. Переходы у разных компонентов проявляются неодинаково. Так климатические границы расплывчатые, а геолого-геоморфологические, почвенные, растительные – относительно четкие. Ширина ландшафтных границ варьирует в широких пределах, условно ее рассматривают как линию в масштабе карты.

#### **2.4. Морфологическая структура ландшафта**

По предложению сотрудников кафедры ландшафтоведения географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова природные геосистемы, более крупные, чем ландшафт, т.е. состоящие из нескольких ландшафтов, называют *таксономическими единицами*, а более мелкие, входящие в состав ландшафта – его *морфологическими частями*. Раздел ландшафтоведения, изучающий закономерности внутреннего территориального состава ландшафта, представляющего его морфологические составные части, называют *морфологией ландшафта*. Морфологическое строение ландшафтов разнообразно по сложности внутреннего территориального устройства. На современном этапе развития географии ландшафт рассматривают как сложную индивидуальную террито-

риальную единицу, исторически сложившуюся систему более мелких природных комплексов – фаций, подурочищ, урочищ, местностей.

*Фация.* Это самая простая предельная категория геосистемной иерархии, характеризующаяся наибольшей однородностью природных условий. В фации на всей территории сохраняются одинаковая литология поверхностных пород, одинаковый рельеф и увлажнение, один микроклимат, одна почвенная разность и один биоценоз. Фация – первичный функциональный элемент ландшафта и основной объект стационарных ландшафтных исследований. С фации как первичной геосистемы начинают изучать круговороты веществ, биогеохимические перемещения и трансформацию энергии. На уровне фации исследуют вертикальные связи в ландшафте и его динамику. Накопление информации о структуре, функционировании и динамике фации как сопряженной геосистемы низового уровня дает возможность изучать горизонтальные потоки вещества, энергии и территориальные связи в геосистемах.

Фация – открытая геосистема, которая функционирует во взаимодействии с соседними фациями разных типов. Фация динамична, неустойчива и недолговечна как незамкнутая система. Она зависит от прихода основных внешних потоков вещества и энергии, поступающих из смежных фаций и уходящих из нее. Фация несоизмерима по долговечности с ландшафтом. У них разные масштабы как во времени, так и в пространстве. Недолговечность и относительная неустойчивость фации означают, что связи между ее компонентами (при однородной территориальной распространенности в границах фации) изменчивы.

Наиболее активный компонент фации – биота. Воздействие биоты на абиотическую среду в границах фации проявляется острее, чем в границах ландшафта. Например, лесные и болотные сообщества фаций трансформируют их микроклимат, но не влияют на климат ландшафта.

Площади фаций в равнинных условиях могут существенно варьировать – от нескольких квадратных метров до 1-3 км<sup>2</sup>. Это их характерные размеры. Пространства, превышающие первые несколько квадратных километров, даже на равнинах, не могут длительное время сохранять ландшафтно-фациальное однообразие (Казаков, 2007).

Разнообразие фаций требует их систематизации и классификации. При классификации фаций по двум критериям устойчивости и определяющему значению в формировании фации был выделен ее универсальный признак – месторасположение как элемент орографического профиля подавляющего большинства ландшафтов. Различия между фациями обусловлены их положением в сопряженном ряду месторасположений. Основным типам месторасположений соответствуют определен-

ные типы фаций (рис. 8). Их подробная характеристика будет дана позже в главе «Геохимия ландшафтов» (п. 8.3).

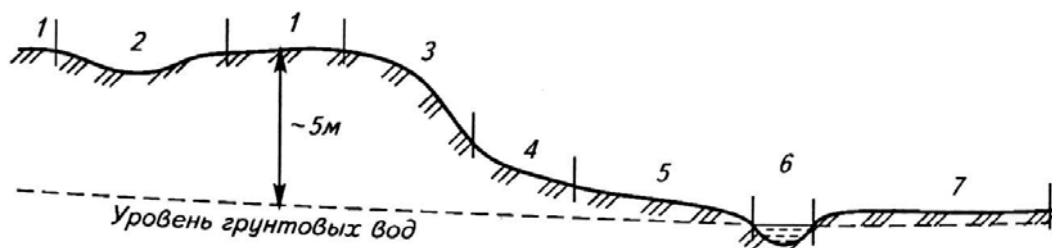


Рис. 8. Схема основных типов месторасположений фаций  
(Голованов, 2005)

1 – элювиальные, 2 – аккумулятивно-элювиальные, 3 – трансэлювиальные,  
4 – трансаккумулятивные, 5 – супераквальные, 6 – субаквальные (водные),  
7 – пойменные

Схема типов месторасположений фаций конкретизируется на различных участках ландшафта в зависимости от положения в профиле рельефа, разнообразия экспозиций, крутизны и формы склонов, глубины залегания грунтовых вод, почв, биоценоза, литологического состава пород (рис. 9).

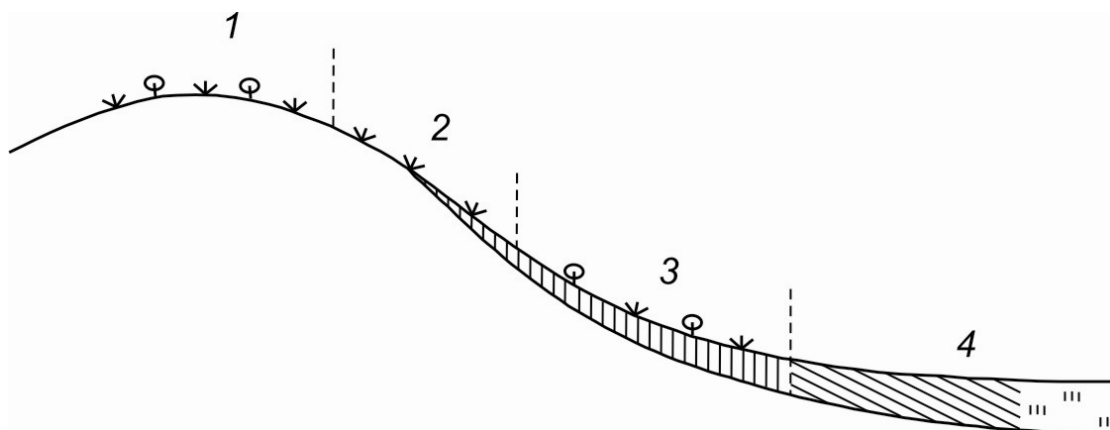


Рис. 9. Сопряжение фаций урочища холма в степной зоне  
Западной Сибири (по Л.К. Казакову, 2007)

1 – автоморфная фация, разнотравно-злаковая степь на среднетощих черноземах; 2 – трансэлювиальная фация средней (выпуклой) части склона с злаково-разнотравной степью на маломощных черноземах; 3 – трансаккумулятивная фация полого-вогнутой нижней части склона с злаково-разнотравной степью на мощных намытых черноземах; 4 – супераквальная фация днища понижения с галофитно-разнотравно-полынно-злаковой степью на луговых солонцах

*Подурочище.* Представляет собой природно-территориальный комплекс, состоящий из одной группы фаций одного типа, тесно связанных генетически и динамически, расположенных на одной форме элемента

рельефа, одной экспозиции (рис. 10). Поскольку фации не оригинальны, а типично повторяются по территории, нет смысла изучать каждую фацию отдельно, достаточно изучить основные типы фаций. Далее ограничиваются выделением сопряженной группы фаций, приуроченных к определенному элементу рельефа: склону или вершине холма, плоской поверхности террасы определенного уровня. Все фации, входящие в состав определенного подурочища, по условиям миграции химических элементов относятся к одной группе.

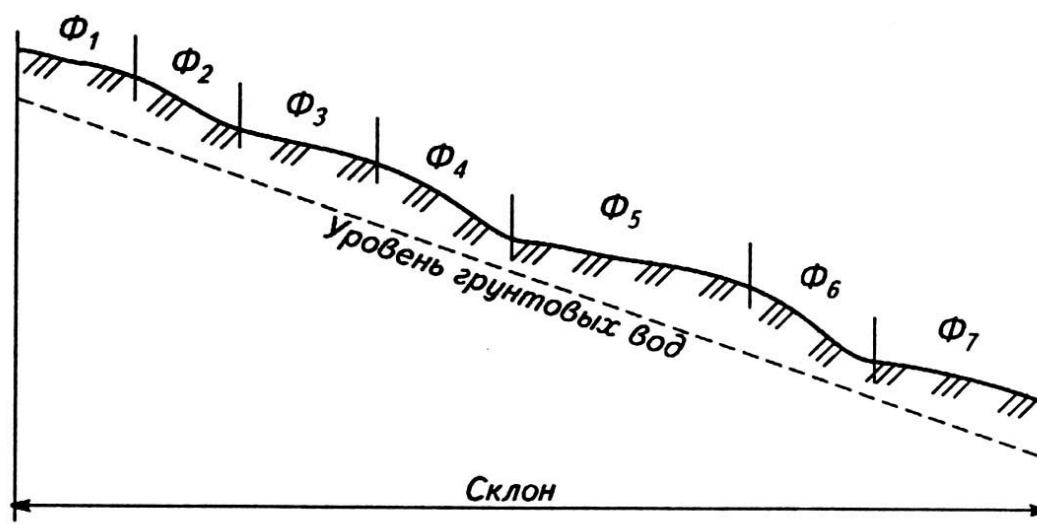


Рис. 10. Подурочище. Сопряженный фациальный ряд суперэквальных фаций ( $\Phi_1 \dots \Phi_7$ ) (Голованов, 2005)

Примеры подурочища: склон моренного холма южной экспозиции с дерново-подзолистыми суглинистыми почвами; коренной склон долины реки, литологически сложенный различными породами.

Выделяют следующие типы подурочищ: склон, вершина холма, плоский водораздел, плоская терраса, долина реки, часть поймы, оврага.

Выделение подурочищ вполне целесообразно, если рельеф достаточно расчленен, много склоновых элементов. Например, подурочища (ряды сопряженных фаций) на выпукло-вогнутых склонах разной экспозиции у холмов, балок, оврагов. Так в западносибирской лесостепи на северных склонах грив расположены подурочища березняков, а на южных склонах – степи. Если же рельеф плоский, то выделять подурочища сложно, и не имеет особого практического смысла. Таким образом, подурочища, как элементы ландшафтных геосистем, представлены не повсеместно.

*Урочище.* Урочищем называют сопряженную систему генетически, динамически и территориально связанных фаций или их групп – подурочищ (рис. 11). Урочище – основная единица изучения и картирования

характерных пространственных сочетаний ландшафтного исследования. Только изучив особенности характерных сочетаний урочищ, можно оконтурить и площадь конкретного ландшафта.

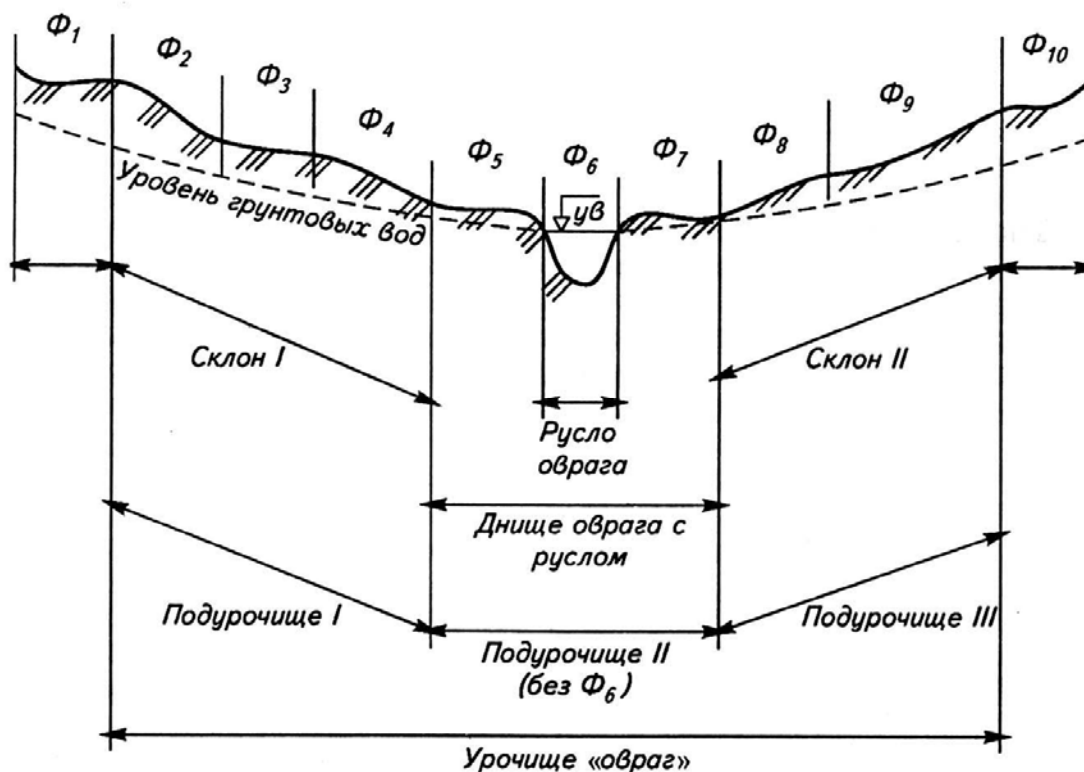


Рис. 11. Урочище «овраг» (Голованов, 2005)

$\Phi_1, \Phi_{10}$  – трансаккумулятивные фации;  $\Phi_2 \dots \Phi_4$  – группа супераквальных фаций на склоне I, подурочище I;  $\Phi_6$  – субаквальная фация, русло оврага;  $\Phi_5, \Phi_7$  – группа трансупераквальных фаций на днище оврага, подурочище II;  $\Phi_8, \Phi_9$  – группа супераквальных фаций на склоне II, подурочище III

Наиболее ярко урочища выражены в условиях чередования выпуклых и вогнутых форм рельефа: холмов и котловин, гряд и ложбин, межовражных плакоров и оврагов или сформировавшихся на основе таких мезоформ рельефа, как балки, овраги, плоские водораздельные равнины, надпойменные террасы однообразного строения и уровня, моренные холмы, замкнутые западины между моренными холмами, одиночные камы. За исходное начало урочищ принимают систематику форм мезорельефа, их генезис, условия естественного увлажнения и дренажа, систему местного стока.

По площадному соотношению в морфологии ландшафта выделяются основные урочища, подразделяющиеся на: фоновые (доминантные) и субдоминантные (подчиненные), а также дополняющие.

К *фоновым урочищам* относятся те, которые занимают в ландшафте большую часть его площади и образуют его фон. Это наиболее древ-

ние урочища данного ландшафта, участки исходной поверхности территории, измененной последующими процессами.

*Субдоминантные урочища* в совокупности занимают в ландшафте значительно меньшую площадь, чем фоновые. Они возникают на исходной поверхности под влиянием геологических и геоморфологических процессов, в основном эрозионных, характерных для гумидной зоны.

*Дополняющие урочища* – редкие урочища, возникающие на таких участках поверхности, геологическое строение которых отличается от остальной территории ландшафта (например, близкое к поверхности залегание известняков по отношению к остальной части ландшафта). Редкие урочища могут быть представлены уникальными или урочищем-одиночкой (одиночный холм).

В классификации урочищ выделены следующие основные типы (Голованов, 2005):

- 1) холмистые и грядовые с большими уклонами рельефа;
- 2) междуречные возвышенные с небольшими уклонами (2-5%);
- 3) междуречные низменные с малыми уклонами (1-2%);
- 4) ложбины и котловины;
- 5) заторфованные депрессии и плоские болотные водоразделы;
- 6) долины рек с урочищами разных типов, каньонообразные долины, поймы, долины мелких речек и ручьев.

Примеры урочищ:

- песчаная грива с фациями сухого, свежего и влажного соснового бора,
- заболоченная котловина с комплексом закономерно сменяющихся сопряженных фаций заболачивающегося леса, низинного, переходного и верхового болот среди таежного леса,
- моренный холм с вариациями елового леса,
- песчаный бархан в пустыне и т.д.

В зависимости от влияния на перераспределение вещества в окружающей среде урочища подразделяются на *денудационные* (элювиальные, автоморфные), преимущественно отдающие (рассеивающие) в смежные геосистемы вещество и энергию (холмы, гривы); *аккумулятивные* (депрессии), накапливающие или концентрирующие их (низинные болота, озерные котловины); *транзитные*, связывающие урочища (овраги, балки), транспортирующие вещества с водоразделов в депрессии рельефа.

*Местность*. Это наиболее крупная морфологическая часть ландшафта, состоящая по структуре из особого варианта, характерного для данного ландшафта, сочетания урочищ. Местность представляет собой

закономерно повторяющийся набор одного из вариантов основных урочищ. Например, на территории одного ландшафта вместо распространенных урочищ, состоящих из сухих балок, встречаются урочища с мокрыми балками и оползнями на склонах. Особенности разных состояний таких урочищ объясняются варьированием геологического фундамента в пределах ландшафта.

Условия выделения границ местностей (Голованов, 2005).

1. Разнообразие внутреннего строения. В границах ландшафта наблюдается варьирование геологического фундамента.

2. Наличие при одном и том же генетическом типе рельефа участков с изменяющимися морфологическими характеристиками. Например, на холмистом рельефе, где чередуются урочища крупных моренных и обширных котловин, есть участки, где встречаются мелкие холмы и котловины.

3. Изменение площадного соотношения урочищ в пределах одного ландшафта при одинаковом наборе урочищ разного типа.

4. Грядовая и межгрядовая местности с относительной высотой гряд до 25-35 м. Грядовая местность характеризуется сочетанием урочищ: плакорных – на плоских вершинах гряд, ложбинных – на поверхности гряд со смытыми почвами на склонах, балочных и овражных. Межгрядовая местность – плоские заболоченные долины шириной 0,5-2,0 км с участками временного переувлажнения, заболоченные участки долин, торфяные участки.

5. Обширные системы однотипных урочищ: крупные водораздельные болота, дюнные гряды, карстовые котловины.

6. Группы чуждых, нетипичных урочищ, вкрапленных в данный ландшафт.

Соотношение площадей и взаиморасположение формирующих ландшафт локальных геосистем (морфологических единиц) определяют *морфологическую структуру ландшафта*, от которой зависят его свойства, диагностические признаки и практическое использование.

По соотношению занимаемых площадей и повторяемости в структуре выделяют: доминантные (господствующие) урочища, субдоминантные (подчиненные) урочища, редкие и уникальные урочища. Ландшафты, в которых абсолютно господствует лишь один вид урочищ, а остальные урочища субдоминантны и редки, называются *монодоминантными* (рис. 12).

Например, данные В.А. Николаева (1979) по расчетам соотношения площадей для степных ландшафтов цокольных равнин Южного Забайкалья показывают, что преобладающие здесь урочища степного плакора занимают до 85% территории. Среди этих урочищ, занимая 10-15%

площади, достаточно равномерно по всему контуру ландшафта рассеяны луговые суффозионно-просадочные западины. Изредка среди степной цокольной равнины торчат останцовые кустарниково-степные сопки. Это ландшафт монодоминантный.

В полидоминантных ландшафтах разные содоминантные урочища, закономерно сменяясь, занимают более или менее равные площади (рис. 12). Примерами их являются различные гривисто-ложбинные, мелкосопочные или холмистые, дельтовые ландшафты; в частности лесолугостепные ложбинно-гривистые ландшафты западносибирской лесостепи. Здесь, по данным В.А. Николаева (1979), урочища лесных грив занимают около 60% площади, а урочища галофитных, порой заболоченных лугов в межгривных понижениях и ложбинах – около 40% площади.

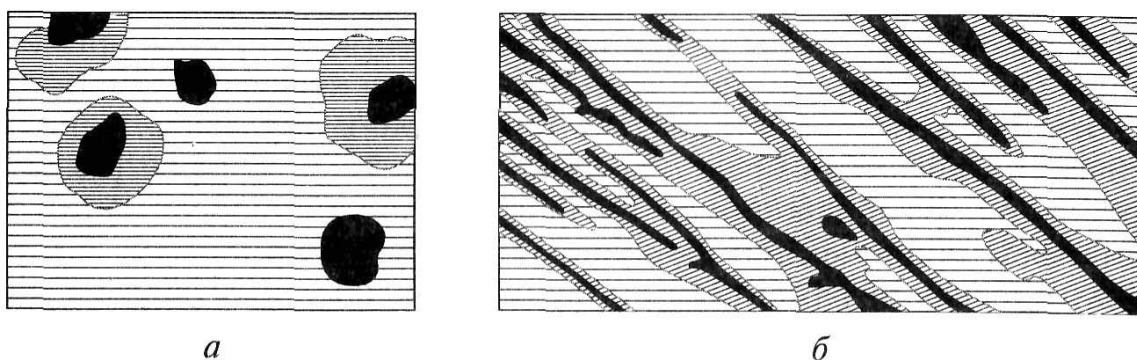


Рис. 12. Плановая структура ландшафтов (по Л.К. Казакову, 2007)  
а – монодоминантная, б – полидоминантная

Состав урочищ, количественные соотношения их площадей и повторяемость, а также взаимное их расположение достаточно хорошо характеризуют и диагностируют морфологическую структуру и ландшафт в целом. Поэтому смена в пространстве морфологической структуры одного вида другим – показатель смены одного ландшафта другим ландшафтом.

Морфологическая структура позволяет оценивать ландшафты с точки зрения целесообразности того или иного их хозяйственного использования. Так, монодоминантные ландшафты более благоприятны для ведения крупноконтурного земледелия с преобладанием, например, зерновых. Полидоминантные ландшафты лучше подойдут для мелкоконтурного земледелия различных направлений. В среднем они более устойчивы к неблагоприятным воздействиям среды, так как разные природные комплексы и культуры, определяющие контурность сельскохозяйственных угодий, неодинаково реагируют на изменения среды.

## 2.5. Свойства геосистем

Любая геосистема, в том числе ландшафт и тем более совокупность взаимодействующих ландшафтов, представляют собой сложную систему, состоящую из подсистем. Поэтому к ним применимы общесистемные законы и свойства. Помимо этого геосистемы и ландшафты обладают собственными, присущими только им свойствами. Знание свойств, их количественное выражение необходимы не только при изучении ландшафтов, но и при работе с ними: использовании, обустройстве, восстановлении.

Ниже представлены внутренние свойства геосистем и ландшафтов.

*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. Все компоненты геосистемы взаимосвязаны и взаимообусловлены. Доказательством целостности ландшафта служит сложное органоминеральное образование – почва.

*Открытость* – геосистемы пронизаны потоками вещества и энергии, что связывает их с внешней средой. В геосистемах происходит непрерывный обмен и преобразование вещества и энергии.

*Функционирование* – вся совокупность процессов перемещения, обмена и трансформации вещества, энергии, а также информации в геосистеме. Внутри геосистемы идут непрерывные процессы преобразования и обмена веществом, энергией и информацией (круговороты). Функционирование ландшафта включает пять составляющих: влагооборот, трансформация солнечной энергии, перенос твердых масс, движение воздушных масс, биохимический и геохимический циклы.

*Продуцирование биомассы* – важнейшее свойство геосистем, заключающееся в синтезе органического вещества первичными продуцентами – зелеными растениями, используя солнечную энергию и неорганические вещества из окружающей среды.

*Способность почвообразования* – отличительное свойство земных ландшафтов, заключающееся в образовании особого природного тела – почвы – в результате взаимодействия живых организмов и их остатков с наружными слоями литосферы. Почвы обладают неоценимым свойством – плодородием, т.е. способностью создавать условия для жизни растений и других организмов. Почвы являются продуктом функционирования ландшафтов.

*Структурность* – геосистемы обладают пространственно-временной упорядоченностью (организованностью), определенным расположением ее частей и характером их соединения. Различают вер-

тикальную или ярусную структуру как взаиморасположение компонентов и горизонтальную или латеральную структуру как упорядоченное расположение геосистем низшего ранга. Структурам соответствуют две системы внутренних связей в геосистемах:

- вертикальная (межкомпонентная) – образована внутрисистемными связями между компонентами ландшафта, например, выпадение атмосферных осадков, их фильтрация в почву и грунтовые воды, поднятие водных растворов по капиллярам почвы и материнской породы, испарение, транспирация, опадение органических осадков, всасывание почвенных растворов корневой системой растений и т.д.;

- горизонтальная (межсистемная) – образована связями между отдельными ландшафтами, например, водный и твердый сток, стекание холодного воздуха по склонам, перенос химических элементов из водоемов на суходолы с биомассой птиц и насекомых и т.д..

Кроме пространственного геосистемы имеют и временной аспект.

*Динамичность* – способность геосистем обратимо изменяться под действием периодически меняющихся внешних факторов без перестройки ее структуры. Это обеспечивает гибкость геосистемы, ее «живучесть». К динамическим относятся циклические изменения (суточные, сезонные, годовые, многолетние), обусловленные планетарно-астрономическими причинами. Такие ритмы связаны с солнечной активностью, которая вызывает возмущения магнитного поля Земли и циркуляцию атмосферы, определяющую колебания температуры и увлажнения. Масштабы динамических изменений находятся в интервале от десятков до 500-600 лет. В период динамических изменений закладываются связи будущих коренных трансформаций ландшафта. Динамика ландшафта тесно связана с его устойчивостью, позволяющей возвращаться ландшафту в исходное состояние. В процессе динамичной смены состояний ландшафт может оставаться «самим собой» до тех пор, пока его устойчивость не будет нарушена внешними или внутренними причинами. К внешним причинам относятся: период климатических изменений, биологических циклов, тектонических движений, изменения уровня моря, воздействие человека.

*Устойчивость* – способность геосистем при изменении внешних воздействий восстанавливать или сохранять структуру и другие свойства. Природную устойчивость геосистем следует отличать от устойчивости техноприродных систем, которая заключается в способности выполнять заданные социально-экономические функции.

*Способность развиваться* – геосистемы эволюционно изменяются, т.е. происходит направленное (необратимое) изменение, приводящее к коренной перестройке структуры, появлению новых геосистем (зарас-

тание озер, заболачивание лесов, возникновение оврагов и др.). Всем ландшафтам свойственен непрерывный процесс направленных изменений. Они незаметны на глаз, человек фиксирует только циклические смены различных состояний ландшафта. В конце любого цикла после нехарактерного воздействия ландшафт возвращается в исходное состояние с некоторым необратимым сдвигом и остатком. Например, в конце годового цикла с поверхностным стоком смывается почва, деформируются русла, увеличиваются запасы ила в озерах и торфа в болотах и т.д. Эти процессы имеют определенную направленность и ритмичность, усиливаясь или ослабевая сезонно или в многолетнем цикле. К причинам развития и трансформации геосистем относятся: внешние космические воздействия, тектонические движения, изменения солнечной активности, перемещение полюсов Земли, изменения климата или рельефа. Скорость изменения зависит от ранга геосистемы: быстрее изменяются фации, затем урочища, местности, время изменения ландшафтов и их групп измеряется геологическими масштабами.

## **2.6. Устойчивость ландшафтов**

Устойчивость – одно из важнейших свойств любых природных, природно-хозяйственных и хозяйственных систем. Оно определяет саму возможность существования геосистемы, ее развитие, эффективность и степень допустимой хозяйственной деятельности на данной территории.

В общем, устойчивость – это способность системы сохранять свои параметры при воздействии или возвращаться в прежнее состояние после цикла внешнего воздействия. Это не статическое состояние системы, а колебания вокруг некоторого среднего состояния. Чем шире природный диапазон состояний ландшафта, тем меньше вероятность необратимой трансформации после возмущающих воздействий. Разрушающим воздействиям противостоят внутренние механизмы саморегулирования ландшафта, в результате эффект внешних воздействий ослабляется, поглощается или гасится.

Важнейшим стабилизирующим фактором в саморегулировании ландшафтов является биота. Она легко приспосабливается к различным условиям, мобильна и легко восстанавливается. Интенсивные биологические круговороты и биологическая продуктивность – одно из главных условий устойчивости ландшафтов.

Наиболее устойчивым компонентом ландшафта служит твердый фундамент. Однако в случае нарушения он не способен восстанавливаться. Его стабильность – важная предпосылка устойчивости ландшафта.

Любой ландшафт в процессе своего развития подвергается воздействиям, и его устойчивость имеет свои пределы. Порог устойчивости выясняют в каждом конкретном случае.

Общие критерии природной устойчивости геосистем: высокая организованность, интенсивное функционирование и сбалансированность функций геосистем, включая биологическую продуктивность и возобновимость растительного покрова. Кроме этого, выявляются связи свойств природных компонентов с устойчивостью геосистем к антропогенным нагрузкам (Казаков, 2007).

1. *Гравитационный, или денудационный, потенциал территории* (относительные превышения и расчлененность) – чем он больше, тем устойчивость геосистем к денудации, эрозии, механическим нагрузкам и даже к токсикантам меньше.

2. *Уклоны поверхности* – чем больше, тем устойчивость ниже. Но при уклонах менее 1° она может падать из-за возможного переувлажнения и низкого самоочищения ландшафтов от загрязнителей.

3. *Длина склонов* – чем она больше, тем устойчивость ниже.

4. *Механический состав почвогрунтов* – обычно более устойчивы к нагрузкам геосистемы, сложенные легкими суглинками и супесями, однако максимум может несколько смещаться в зависимости от вида воздействия.

5. *Мощность почвогрунтов* – при мощности менее 1,2м устойчивость геосистем падает при ее уменьшении.

6. *Увлажненность территории* – максимальная устойчивость к нагрузкам у геосистем свежих местообитаний, к сухим и мокрым она падает.

7. *По климатическим характеристикам* наибольшей устойчивостью обладают геосистемы с оптимальным соотношением тепла и влаги (гидротермический коэффициент и коэффициент увлажнения близки к единице), минимальной устойчивостью обладают геосистемы с резко выраженными лимитирующими факторами по теплу и увлажнению и большими амплитудами их колебаний; умеренные ветры 2,5-4 м/с также способствуют повышению устойчивости геосистем.

8. *Почвы* – чем больше мощность гумусового горизонта, содержание гумуса, емкость и насыщенность основаниями почвенно-поглощающего комплекса, тем большей устойчивостью обладают геосистемы.

9. *Биота* – чем более ёмкий и интенсивный биологический круговорот вещества, чем плотнее проективное покрытие поверхности, тем выше устойчивость геосистемы. Так, хвойные породы и леса в среднем менее устойчивы к антропогенным воздействиям, чем лиственные; лу-

гово-степные виды трав более устойчивы, чем лесные, а наибольшей устойчивостью обладают придорожные травы; виды с глубокой и плотной корневой системой более устойчивы, чем с поверхностной и рыхлой.

Перечисленные факторы определяют неодинаковую устойчивость ландшафтов к специфическим антропогенным воздействиям. Например, тундровые и северо-таежные геосистемы весьма неустойчивы к кислотному загрязнению, а лесостепные и сухостепные ландшафты реагируют на этот тип воздействия очень слабо. Кроме того сама реакция на кислотное загрязнение в разных ландшафтах может иметь разную направленность. В таежных ландшафтах, особенно сложенных промытыми песками, с бедными элементами питания для растений подзолистыми почвами, под влиянием кислотных выбросов активно идут процессы отмирания зональных хвойных лесов и мохово-лишайниковых сообществ. В степной зоне кислотные выбросы легко нейтрализуются каштановыми и черноземными почвами с насыщенным основанием поглощающим комплексом. При этом возможно даже олуговение геосистем с полынными растительными сообществами на солонцеватых почвенных разностях.

Существенно различается устойчивость склоновых и равнинных геосистем к автотранспортным, рекреационным и пастбищным механическим нагрузкам. Так, для сухих боров-беломошников на бедных сильноподзолистых песчаных почвах допустимая рекреационная нагрузка, не приводящая к негативным последствиям в ландшафте, составляет 1-2 человека на 1 га, а для территорий со свежими травяными березняками на слабоподзолистых легкосуглинистых почвах она возрастает до 15-20 человек на 1 га.

Отдельно взятые зональные типы ландшафтов также характеризуются различной устойчивостью.

Так, тундровые ландшафты с недостатком тепла имеют слаборазвитые почвы, неустойчивые к техногенным нагрузкам, сильно ранимы и очень медленно восстанавливаются (рис. 13). Дефицит тепла определяет низкую активность биохимических процессов, медленную самоочищаемость от промышленных выбросов. При разрушении растительного и почвенного покровов нарушается тепловое равновесие многолетнемерзлых пород, что вызывает просадки, разрушения фундаментов сооружений и т.п.

Таежные ландшафты в целом более устойчивы из-за лучшей обеспеченности теплом, благодаря мощному растительному покрову, здесь формируются естественно не очень плодородные подзолистые почвы, но отзывчивые на высокую культуру земледелия. Интенсивный влаго-

оборот способствует удалению подвижных форм загрязняющих веществ, но биохимический круговорот еще медленный. Устойчивость геосистем в этой зоне снижается также из-за заболоченности и при сведении лесного покрова (рис. 14).



*Рис. 13. Антропогенные изменения (дорожные ландшафты) в тундре*



*Рис. 14. Зарастающая гарь в темнохвойной горной тайге*

Высокой устойчивостью обладают ландшафты степной и в меньшей степени лесостепной зон (рис. 15), где наблюдается наиболее благоприятное (для условий России) соотношение тепла и влаги. Здесь под пологом мощной степной травянистой растительности в естественных условиях образовались одни из самых плодородных почв – черноземы. Высокая биохимическая активность степных ландшафтов способствует их довольно интенсивному самоочищению. Но широкомасштабная распашка черноземных почв существенно понизила их устойчивость: происходит интенсивная сработка гумуса, а это фактор устойчивости, повсеместно развилась водная и ветровая эрозия, ухудшаются свойства почв при многократной обработке, особенно с применением тяжелой техники, происходит уплотнение почв.



*Рис. 15. Барабинская лесостепь*

В пустынных ландшафтах интенсивная солнечная радиация ускоряет биохимические процессы, но недостаток влаги уменьшает вынос продуктов разложения, в том числе и загрязняющих веществ. Растительность здесь бедная, почвы маломощные, сильно ранимые, поэтому пустынные ландшафты малоустойчивы (рис. 16). Повысить их устойчивость может орошение. Водные мелиорации (орошение и осушение) повышают устойчивость геосистем, приводя к оптимальному соотношению тепла и влаги, но являются сильным возмущающим фактором, при превышении рекомендуемых норм можно получить противоположный результат.



*Рис. 16. Пустынные ландшафты*

Важным свойством, определяющим устойчивость геосистем в естественных и антропогенных условиях, является их иерархическая организация. Устойчивость геосистем растет с повышением ее ранга. Наименее устойчивыми являются фации, которые сильнее всего откликаются как на изменения внешних природных условий, так и на деятельность человека. Более крупные геосистемы регионального ранга, включающие в себя значительные массы вещества и энергии и обладающие большими адаптивными возможностями, в меньшей степени подвержены изменениям.

При оценке устойчивости природных территориальных комплексов к внешнему (антропогенному) воздействию в качестве определяющей принимается их способность к преодолению этого воздействия, зависящая от его энергетики и проявляющаяся в скорости его восстановления. При этом принимается, что наиболее устойчивыми являются естественные природные геосистемы с большей энергетикой, что для антропогенно преобразованных ландшафтов высокий уровень энергетики означает неустойчивость антропогенных элементов в ландшафте (здания, плотины, пахотный горизонт почвы, сады и т.д.). Очень низкая устойчивость природных систем также означает невысокий уровень устойчивости антропогенных элементов в ландшафте, поскольку они будут разрушаться вместе со структурой ландшафта под воздействием внешних факторов. Ниже приведен пример балльной оценки природной устойчивости территории г. Томска (рис. 17).

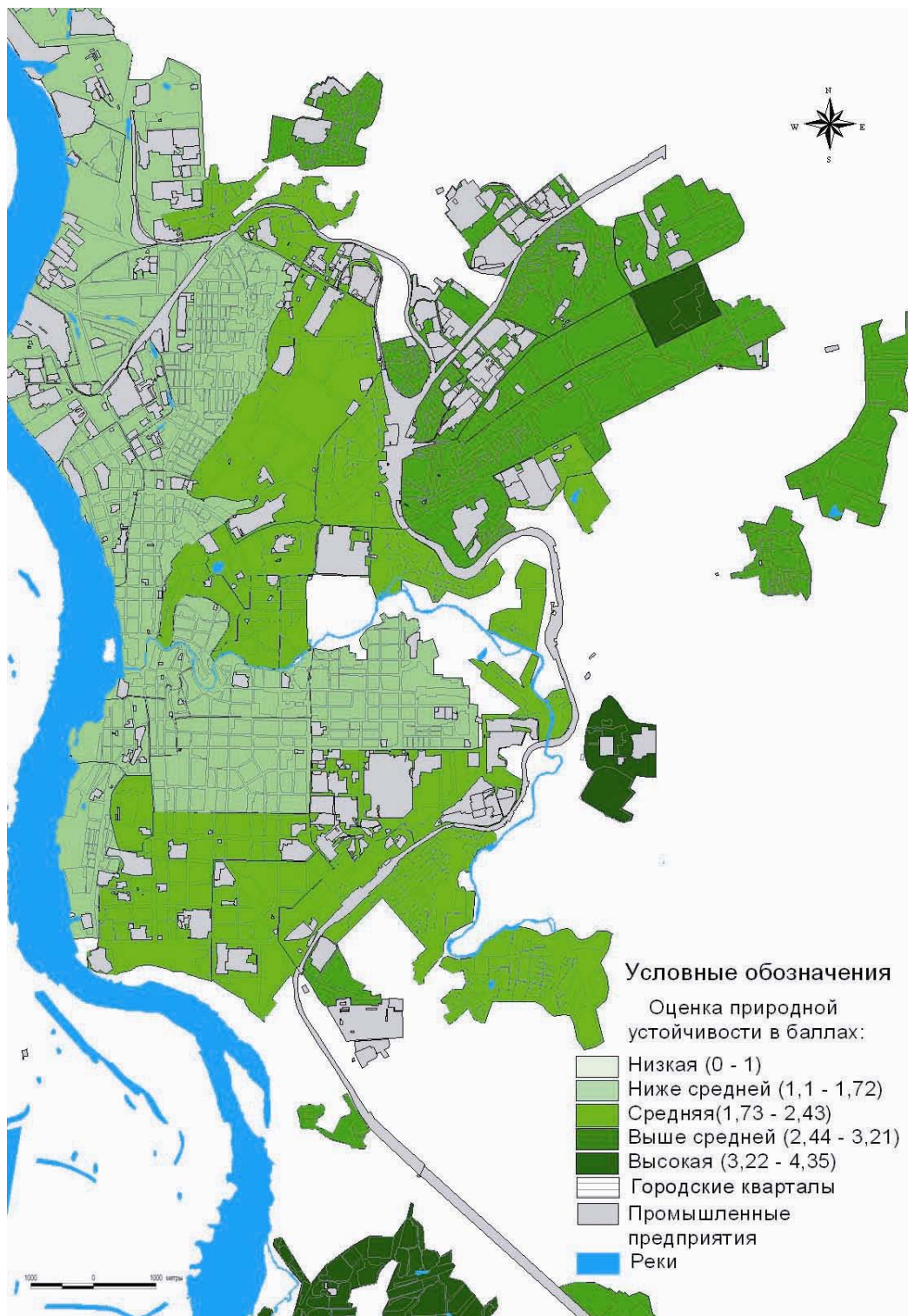


Рис. 17. Балльная оценка природной устойчивости территории г. Томска (Шакирова, 2007)

### 3. Упорядоченность природных ландшафтов

Земная природа подчиняется законам гармонии. Это заметили еще античные ученые и философы. Об этом свидетельствует многовековая история естествознания и особенно исследования последнего столетия, когда, кроме отдельных природных тел и явлений, стали изучаться их системные единства – ландшафты, природные зоны, ландшафтная оболочка. Все они представляют собой образования, в основе которых лежат гармонические связи

Главным ориентиром развития ландшафтоведения всегда был поиск упорядоченности в природных и природно-антропогенных геосистемах. Так, изучалась их вертикальная и горизонтальная структуры, как в пространственном, так и временном аспектах. В.А. Николаев (2005) обращает внимание на то, что в определениях ландшафтоведения указывается на то, что это наука изучает системную организацию ландшафтной оболочки и ее структурных элементов. В основе этой организации лежат внутриландшафтные и межландшафтные связи. В связи с этим он дает определение: ландшафтоведение – наука о связях, обеспечивающих возникновение и поддержание гармонического единства геосистем, начиная от элементарных, локальных и кончая планетарными (Николаев, 2005).

У природы есть свой набор гармонических сочетаний, своего рода шаблонов, стандартов, стереотипов, которые были отмечены учеными разных научных областей. Так, многие, весьма далекие по своей природе объекты представляют собой изоморфные образования. Например, а) дендритовая форма деревьев, речной сети, кровеносной системы животных; б) спиралевидная структура раковин моллюсков, головки подсолнечника, лианоподобных вьющихся растений, молекулы ДНК и др. Изоморфизм – сходство объектов по морфологическим признакам – одно из характерных проявлений самоорганизации материи. В итоге гармония природы выступает как некая совокупность повторяющихся структурных канонов (Николаев, 2005).

Рассмотрим наиболее важные из них, проявляющиеся в природных ландшафтах.

#### 3.1. Нуклеарные геосистемы

В переводе с латинского слово «nucleus» означает ядро.

Нуклеарные геосистемы в географии – такие природные и природно-антропогенные образования, которые состоят из ядра и окружающих его сфер (полей) вещественного, энергетического и информационного влияния (Николаев, 2005).

Нуклеарным законам подчиняются: солнечная система в целом, земной шар со свойственными ему геоболочками, ландшафтная сфера и слагающие ее структурные элементы – физико-географические страны, провинции, ландшафты, урочища, фации.

В географии учение о геосистемах, состоящих из ядра и его полей, было разработано в трудах А.Ю. Ретеюма (1988). Геосистемы такого рода предложено называть *хорионами*. Ядро, как правило, обладает повышенным вещественно-энергетическим и информационным потенциалом, что позволяет ему создавать оболочки (поля) латерального влияния. Функции ядра могут выполнять тектонические структуры, формы рельефа, водоемы, толщи наземных и подземных льдов, растительные сообщества, колонии животных и другие природные объекты. Каждая природная геосистема, будь то фация, урочище, ландшафт или другие физико-географические единства, также играет роль ядра хориона, образуя по периферии ряд оболочек – ландшафтно-географических полей (рис. 18).

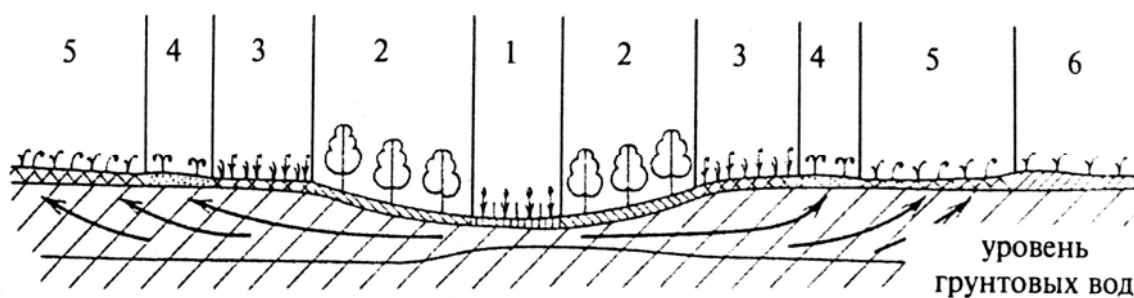


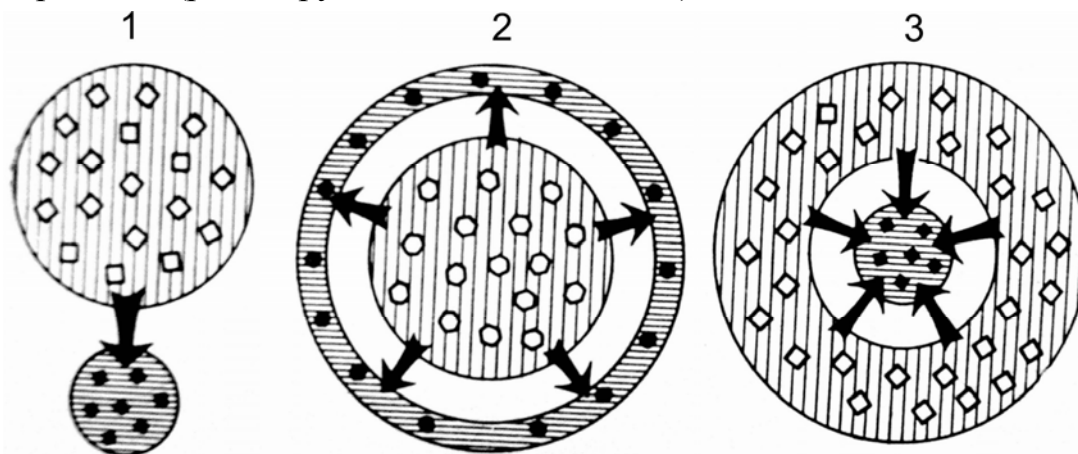
Рис. 18. Нуклеарная геосистема березового колка в западносибирской лесостепи (Николаев, 2005)

Гидроморфное ядро в западине: 1 – низинное травяное болото, 2 – березовый травяной колос; полугидроморфные ландшафтно-географические поля: 3 – лугово-степная колочная опушка, 4 – лугово-солончаковая кайма, 5 – галофитно-степная солонцовая периферия; автоморфная фоновая геосистема: 6 – степной плакор. Стрелками показан боковой отток воднорастворимых солей от колочной западины к ее периферии

В зависимости от особенностей ядра А.Ю. Ретеюм (1988) различает хорионы с ядрами-скоплениями (ядерные хорионы) и ядрами-потоками (стержневые хорионы). Геосистемы вулканов, изолированных горных вершин, островов, останцовых холмов и сопок, озерных котловин, карстовых воронок, степных лиманов, луговых западин, заболоченных низин образуют типичные ядерные хорионы. Речные долины и бассейны, горные цепи, балки и овраги, эоловые гряды – хорионы стержневого характера. В роли ядер ландшафтных хорионов могут выступать природно-антропогенные геосистемы: водохранилища, каналы, трассы газо- и

нефтепроводов, железные дороги, автомагистрали, защитные лесополосы, населенные пункты, оазисы в пустыне и прочее.

Нуклеарные геосистемы могут характеризоваться различным соединением их частей (рис. 19). Соединение частей посредством переносного движения вещества свойственно большинству систем с ядрами-потоками, функционирующим благодаря деятельности потоков воды в атмосфере (осадков), гидросфере (течений), в толще литосферы и на ее поверхности (реки и ручьи, лавины, ледники).



*Рис. 19. Модели сопряжения между частями нуклеарных геосистем (по А.Ю. Ретеюму, 1988)*

*1 – системы с переносным движением вещества в ядре, 2 – системы с центробежным движением вещества в ядре, 3 – системы с центростремительным движением вещества в ядре*

Геосистемы, обладающие центробежным движением вещества, т.е. рассеивающие вещественно-энергетические поля формируют вулканы, горные вершины и хребты, ледниковые купола и покровы и др., обладающие определенным потенциалом гравитационной энергии.

Геосистемы с центростремительным движением вещества стягивают к ядру потоки вещества и энергии. К таким нуклеарным геосистемам относятся разного рода депрессии: замкнутые межгорные котловины, бессточные озера, карстовые воронки, суффозионно-просадочные западины и т.п.

Многие природные хорионы обладают одновременно и рассеивающими, и стягивающими полями. Так, озерный водоем, помимо того, что стягивает жидкий, твердый и ионный сток со своего бассейна, оказывает на смежную территорию климатическое, гидрогеологическое и некоторые другие виды латерального воздействия. Все населенные пункты, и прежде всего, города сопровождаются ландшафтно-географическими полями обоих типов.

По мере удаления от ядра ландшафтного хориона его воздействие на окружающие оболочки ослабевает, напряженность ландшафтно-географических полей уменьшается, и их влияние полностью иссякает. Ландшафтная сфера представляет собой совокупность больших и малых иерархически соподчиненных хорионов, наложенных один на другой и смыкающихся друг с другом. Латеральное сцепление хорионов образует единое ячеистое ландшафтное пространство (Николаев, 2005).

### **3.2. Ритмичность ландшафтов**

Ритмом называют повторение, чередование каких-либо событий, состояний через относительно равные промежутки времени-пространства.

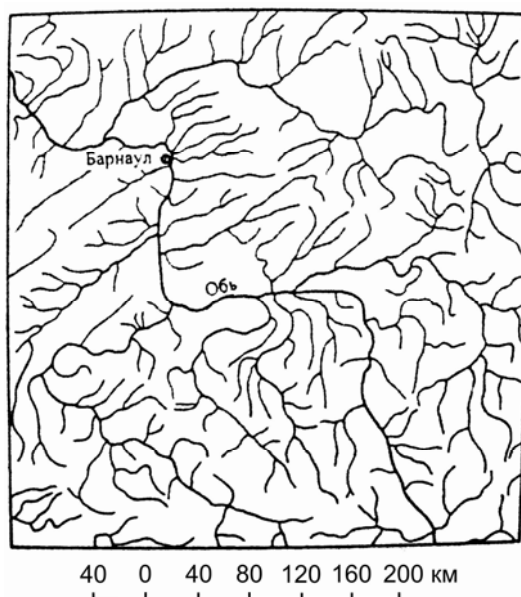
Ритмичность природных явлений, обусловленную солнечной активностью, испытывал на себе человек с самого момента своего появления, о чем свидетельствуют древние мифы и философия. Это подтверждают слова основателя теории солнечно-земных связей А.Л. Чижевского: «окружающая природа в человеческом уме издревле являлась источником того убеждения, что правильная периодичность или повторяемость явлений в пространстве или во времени – есть основное свойство мира...» (Чижевский, 1924, с. 61). Также он отмечал гармонический характер периодических явлений: «Хаотическая структура тех или иных явлений в его динамических формах с переменной точки зрения претерпевает изменение и превращается в гармоническое движение, образуя ряды правильных синусоидных колебаний, подчиненных в своем движении во времени неодолимым силовым колебаниям космической или солнечной энергии» (Чижевский, 1976, с. 35).

В географии известны понятия характерного времени и характерного пространства, которые непосредственно связаны с представлениями о природных ритмах. Характерное время – период, в течение которого геосистема проходит через все свойственные ей динамические состояния, совершая определенный цикл, от раза к разу повторяя самое себя. Но абсолютного повторения чего-либо в природе не наблюдается, т.к. все направленно изменяется, имеет свой пространственно-временной тренд (Николаев, 2005). Существуют суточные, годовые, 11-летние, 30-летние, вековые, многовековые и другие природные ритмы.

Пространственная ритмика природных геосистем выражается в упорядоченной повторяемости форм рельефа (рис. 20), эрозионной сети (рис. 21), элементов структуры почвенного и растительного покрова, территориальной организации ландшафтов (рис. 22).



*Рис. 20. Повторяемость термокарстовых форм рельефа в урочище Ештыколь (Горный Алтай)*



*Рис. 21. Дендритовый рисунок эрозионной сети бассейна Верхней Оби (по В.А. Николаеву, 2005)*

Изучению морфологической структуры ландшафтов посвящено немало работ и, прежде всего, труды Московской университетской школы ландшафтоведения под руководством Н.А. Солнцева. В каждом ландшафте слагающие его морфологические единицы определенным образом пространственно организованы. Они закономерно сменяют

друг друга, ритмично повторяясь. В результате территориальное (плановое) устройство ландшафта приобретает тот или иной ритмичный рисунок (узор). Это свойство морфологии ландшафта называют ландшафтной текстурой. Различных вариантов ландшафтных текстур сравнительно немного. Природа любит повторять дендритовые, перистые, пятнистые, параллельно полосчатые, веерные, радиально-лучевые узоры. Все они подчиняются законам симметрии и ритма. Это дает основание широко использовать математический анализ при изучении ландшафтных текстур (Николаев, 2005).



*Рис. 22. Валиковые полигоны в долине р. Хатанга – результат криогенных процессов в тундровой зоне (по А.И. Попову, 1973)*

Наиболее существенный вклад в области математической морфологии ландшафта сделан А.С. Викторовым (2006). Им разработаны канонические модели ландшафтных рисунков территорий разного генетического типа и сделан вывод, что эти модели описывают закономерности строения наиболее простых ландшафтных рисунков, а с их помощью могут быть сконструированы математические модели морфологических структур сложно устроенных территорий. Математический анализ механизма формирования ландшафтного рисунка позволяет получить главнейшие зависимости, описывающие количественные закономерности строения и развития геометрических особенностей ландшафтного рисунка (Викторов, 2006). В связи с этим существует возможность математической идентификации инвариантов ритмики ландшафтного пространства.

В связи с этим, если ландшафт понимается как закономерное территориальное чередование ряда свойственных ему морфологических

единиц (фаций, подурочищ, урочищ и др.), то характерным для него будет такое пространство, которое охватывает полный ритм его горизонтальной структуры (Николаев, 2005).

### **3.3. Хроноорганизация географических явлений**

Принципы хроноорганизации природных явлений были сформулированы В.Н. Солнцевым (1981), которые он видит аналогично представлениям об их пространственной организации. Одна из главных идей здесь сводится к тому, что процессы разной длительности, подобно процессам разного пространственного масштаба, характеризуются качественным своеобразием, приводящим к возникновению в объектах, охваченных этими процессами, новых качеств. Однако, несмотря на известную аналогичность, временные построения не обладают такой же простотой и убедительностью, как пространственные.

Временная изменчивость процессов, идущих на земной поверхности в пределах географической оболочки, довольно хорошо известна. Найти в этой изменчивости черты упорядоченности, устойчивости, структуризованности – это основное содержание хроноорганизации географической реальности, которое и было сформулировано В.Н. Солнцевым (1981) в нескольких постулатах.

1. Хроноизменчивости географических явлений (процессов и объектов) свойственен колебательный характер. Это объясняется тем, что все географические объекты «можно рассматривать как области разнообразных динамических физико-химических равновесий, стремящихся достигнуть устойчивого состояния, непрерывно нарушаемого входением в них чуждых данному динамическому равновесию проявлений энергии» (Вернадский, 1934).

2. Хроноизменчивость географических явлений свойственно внутреннее разнообразие, выражающееся в очень пестром спектре наблюдаемых колебаний. Это объясняется тем, что географические объекты характеризуются огромным разнообразием агрегатных и фазовых состояний. В связи с этим выделяются:

- интервалы с периодом менее долей секунд, характерные для «глубинных» (атомных, молекулярных и т.п.) явлений;
- мелкомасштабные явления (периоды от долей секунд до десятков минут);
- мезомасштабные (периоды от часов до суток);
- синоптические (периоды от нескольких суток до месяцев);
- сезонные (внутригодовые периоды);
- междугодовые (периоды в несколько лет);
- внутривековые (периоды в десятки лет);

- междувековые (периоды в сотни лет);
- сверхвековые (периоды в тысячи лет).

3. Хроноизменчивости всех географических процессов в целом свойственна квазипериодичность, т.е. отсутствие строгой периодичности. Это объясняется тем, что любые объекты обладают инерционностью, что приводит к «смазыванию» их начальной периодичности и отсутствию четкой границы между хроноинтервалами.

4. Среди источников хроноизменчивости географических явлений есть воздействия, носящие строго периодический характер. К ним относится инсоляция с двумя периодами колебаний (суточным и годовым), а также воздействие гравитационного поля земной поверхности, которое является постоянным в эти отрезки времени.

5. Внешние (по отношению к геооболочке) периодические инсоляционные и гравитационные воздействия играют роль фактора упорядочивания, согласования, синхронизации колебаний географических явлений. Тем самым они сильнейшим образом определяют всю хроноорганизацию географической реальности.

## **4. Функционально-динамические свойства природных ландшафтов**

### **4.1. Изменение ландшафтов**

Изменение ландшафта – это приобретение им новых или утрата прежних свойств в результате внешнего воздействия (природного, антропогенного) или под влиянием внутренних процессов, которые действуют, как правило, одновременно.

К внешним причинам изменения ландшафта относятся космические, тектонические, антропогенно-техногенные, эволюционные, связанные с эволюцией ПТК более высокого ранга.

Внутренние причины – это противоречивые взаимодействия компонентов в процессе функционирования ландшафта, которые являются движущей силой саморазвития ландшафта. Саморазвитие – это поступательное прогрессивное самоизменение, которое определяется внутренними противоречиями. Сущность их состоит в стремлении компонентов к достижению равновесия и в то же время – в неизбежном его нарушении. Например, в процессе взаимодействия растительности с абиотическими компонентами растения стремятся приспособиться к среде, но своей жизнедеятельностью эту среду постоянно меняют (Марцинкевич, 1986).

В процессе изменения географических объектов противоречивыми силами являются экзогенные и эндогенные процессы, снос и отложение, поглощение и отдача тепла, испарение и конденсация, взаимодействие почвы и растений, организмов и среды и т.д. При этом влияние внешних факторов всегда опосредовано через внутренние источники изменений.

Практически любое воздействие на ландшафт, вследствие тесной взаимосвязи его компонентов, сопровождается целой цепью изменений. Характер изменений зависит от многих факторов – от типа воздействия, его продолжительности и режима, от характера зависимостей свойств внутри ландшафта. Изменения ландшафта классифицируют чаще всего по источнику (эндогенные и экзогенные), интенсивности (слабые, сильные), направленности (регрессивные, прогрессивные, обратимые и необратимые), охвату (изменение ландшафта в целом или его отдельных элементов), скорости (постепенные, резкие) (Хромых, 2008).

Все изменения в ландшафте можно разделить на три группы: функционирование, динамика и развитие.

### **4.2. Функционирование ландшафтов**

Функционирование (от латинского function – деятельность) ландшафта – устойчивая последовательность постоянно действующих процессов обмена и преобразования вещества, энергии и информации,

обеспечивающая сохранение состояния ландшафта в течение значительного промежутка времени.

В процессе функционирования геосистемы создается динамическое равновесие основных ее параметров. Несмотря на постоянные изменения температуры, влажности и других энергетических, вещественных и информационных характеристик, основные параметры структуры удерживаются на относительно постоянном уровне, испытывая лишь периодические колебания.

Функционирование носит циклический, и поэтому обратимый характер. Каждый цикл имеет свою продолжительность во времени (суточные, сезонные и многолетние циклы). В период циклов осуществляется функционирование ландшафтов посредством круговорота и трансформации солнечной энергии, влагооборота, газооборота и газообмена, миграции химических элементов, биологического метаболизма и т.д. Так, могут быть ночные и дневные фазы в суточном цикле, осенние, зимние, весенние и летние – в сезонном цикле. При этом ландшафт и его морфологические части приобретают свойства, которые зависят от динамической фазы того или иного цикла и выражаются в определенном состоянии. Эти состояния ПТК представляют собой временную структуру ландшафта, которая обратима во времени (Марцинкевич, 1986).

А.Г. Исаченко (1991) выделил три главных процесса функционирования ландшафта: 1) влагооборот, 2) минеральный обмен или геохимический круговорот, 3) энергообмен, в каждом из которых необходимо различать биотическую и абиотическую составляющие. В результате единства функционирования геосистемы как целого три основных звена функционирования практически всегда перекрываются. Например, транспирация растений – составной элемент влагооборота и одновременно биологического метаболизма и энергетики ландшафта. Поэтому разделение всего процесса функционирования на звенья имеет условный характер.

В каждом звене важно различать внешние (входящие и выходящие) 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 энергообмена зависят многие качества ландшафта, в частности его устойчивость к возмущающим внешним воздействиям (Исаченко, 1991).

Ниже рассмотрим основные процессы, протекающие в ландшафте и характеризующие его функционирование.

### Влагооборот.

Сложная система водных потоков пронизывает ландшафт. Посредством потоков влаги происходит основной минеральный обмен между блоками ландшафта, а также преимущественно осуществляются внешние вещественные связи геосистемы. 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.

Схематично влагооборот в ландшафте представлен на рисунке 23.

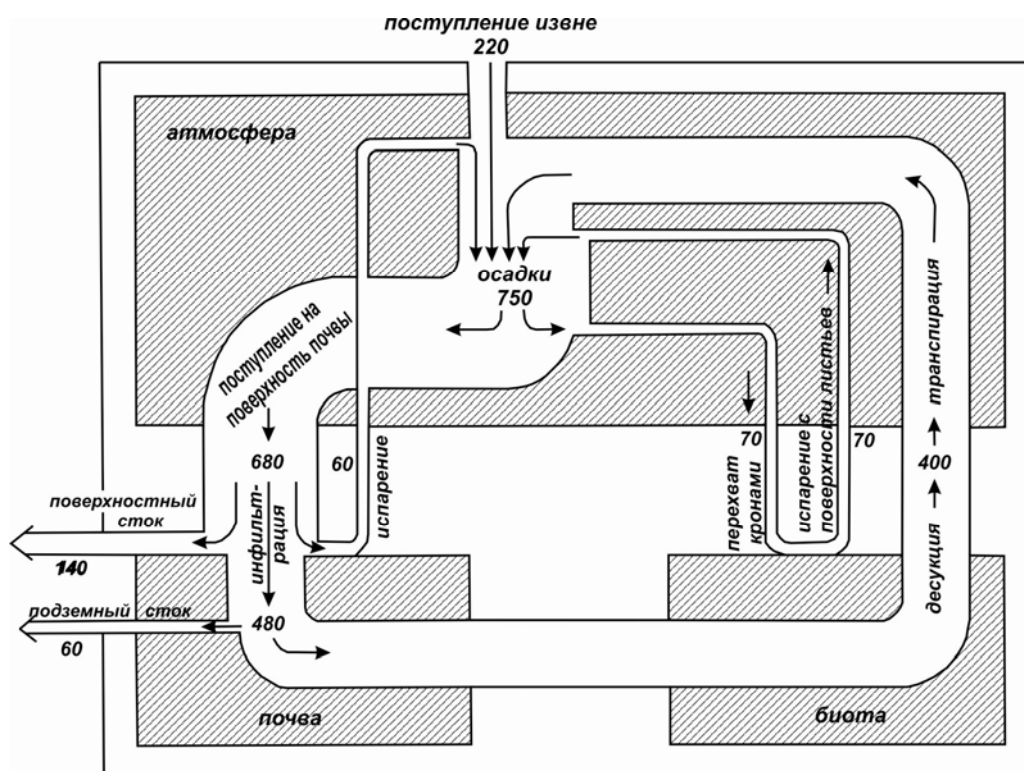


Рис. 23. Схема влагооборота в широколиственном лесу (в мм)  
(по А.Г. Исаченко, 1991)

Ежегодный запас влаги, обращающейся в ландшафте, 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. Небольшая доля воды расходуется на абиотические процессы в почве, участвует в гидратации и дегидрата-

ции, часть почвенно-грунтовой влаги выпадает из внутреннего оборота (подземный сток); при иссушении почвы влага поднимается по капиллярам и может пополнить поток испарения. В большинстве ландшафтов почвенные запасы влаги в основном всасываются корнями растений и вовлекаются в продукционный процесс.

Интенсивность водооборота и его структура специфичны для разных ландшафтов и зависят от количества осадков и энергообеспеченности, подчиняясь зональным и а зональным закономерностям (табл. 1).

*Таблица 1*

Основные элементы водного баланса ландшафтов в различных природных зонах, мм/год (по А.Г. Исаченко, 1991)

<b>Ландшафты</b>	<b>Осадки</b>	<b>Испарение</b>	<b>Сток</b>
Тундровые восточноевропейские	500	200	300
Северотаежные восточноевропейские	600	300	300
Среднетаежные восточноевропейские	650	350	300
Южнотаежные восточноевропейские	675	400	275
Подтаежные:			
восточноевропейские	700	450	250
западносибирские	550	475	75
Широколиственнолесные:			
западноевропейские	750	525	225
восточноевропейские	650	520	130
Лесостепные:			
восточноевропейские	600	510	90
западносибирские	425	410	15
Степные восточноевропейские	550	480	70
Полупустынные казахстанские	250	245	5
Пустынные:			
туранские	150	150	0
тропические североафриканские	10	10	0
Субтропические влажные лесные восточно-азиатские	1600	800	800
Саванновые:			
опустыненные североафриканские	250	240	10
типичные североафриканские	750	675	75
влажные североафриканские	1200	960	240
Влажные экваториальные:			
центральноафриканские	1800	1200	600
амазонские	2500	1250	1250

### *Биогенный круговорот веществ.*

Биогеохимический цикл, или «малый биологический круговорот», - одно из главных звеньев функционирования геосистем. В основе его лежит продукционный процесс, т.е. образование органического вещества первичными продуцентами (зелеными растениями). Около половины создаваемого при фотосинтезе органического вещества окисляется до  $CO_2$  при дыхании и возвращается в атмосферу. Оставшаяся фитомасса – первичная продукция, частично поступает в трофическую цепочку - потребляется растительноядными животными и далее плотоядными животными, а частично отмирает.

Органическая масса после отмирания разрушается животными-сапрофитами, бактериями, грибами, актиномицетами. В конечном счете, мертвые органические остатки минерализуются микроорганизмами. Конечные продукты минерализации возвращаются в атмосферу ( $CO_2$  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.

Важнейшие показатели биогенного звена функционирования – запасы фитомассы и величина годовой первичной продукции, а также количество опада и аккумулируемого мертвого органического вещества. Продуктивность биоты определяется как географическими факторами, так и биологическими особенностями различных видов (табл. 2).

*Таблица 2*

Запасы и продуктивность фитомассы плакорных сообществ различных зон и подзон (по А.А. Исаченко, 1991)

Зоны (подзоны)	Фитомасса, т/га	Продукция, т/га в 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
Южная тайга (темнохвойная)	300	8
Подтайга западносибирская	220	12
Широколиственные леса восточноевропейские	350	12
Широколиственные леса новозеландские	400	15
Луговые степи европейско-сибирские	17	19
Типичные суббореальные степи	10-13	10-13

Продолжение таблицы 2

Зоны (подзоны)	Фитомасса, т/га	Продукция, т/га в год
Сухие суббореальные степи	6	5
Пустыни суббореальные	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

*Абиотическая миграция веществ.*

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 однонаправлены, т.е. необратимы. Ландшафтно-географическая сущность абиотической миграции вещества 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 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.

**4.3. Трансформация энергии в ландшафте**

Главные составляющие функционирования природных и измененных человеком геосистем – обмен энергией и ее трансформация. Функционирование геосистем сопровождается поглощением, преобразованием, накоплением и высвобождением энергии. Связи между компонентами геосистем реализуются в энергетических потоках путем передачи энергии и часто неразделимы с вещественными. Осуществляются они

одновременно с потоками воздуха, воды, твердых масс, с перемещением живых организмов.

Функционирование геосистем (круговорот веществ, почвообразование, деятельность живых организмов) невозможно без постоянного притока энергии. В отличие от веществ, непрерывно циркулирующих по разным компонентам геосистемы, которые могут многократно вступать в круговорот, энергия может использоваться только один раз, т.е. имеет место однонаправленный поток энергии через геосистему.

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 также циркуляция воздушных масс и др. Можно сказать, что все вертикальные связи в ландшафте и многие горизонтальные прямо или косвенно связаны с трансформацией солнечной энергии.

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 после трансформации в ландшафтах в виде тепла же излучается в космическое пространство (Исаченко, 1991).

Преобразование проходящей солнечной радиации начинается с отражения части ее от земной поверхности. Количество отраженной радиации зависит от альбедо поверхности. Большая часть тепла, поглощаемого земной поверхностью, т.е. радиационного баланса, затрачивается на влагооборот и нагревание. Соотношение двух расходных статей радиационного баланса существенно различается по ландшафтам и в общих чертах подчинено зональности. При этом в гумидных ландшафтах основная доля радиационного баланса расходуется на испарение, а в аридных – на турбулентный поток тепла в атмосферу (табл. 3).

Таблица 3

Затраты тепла на испарение и турбулентный обмен с атмосферой по ландшафтными зонам (по А.Г. Исаченко, 1991)

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
Широколиственные леса	1550	1300	84	250	16
Лесостепь	1600	1280	80	320	20
Степь	1800	1130	63	670	37
Полупустыня	1900	615	32	1285	68
Пустыня (среднеазиатская)	2150	380	18	1770	82
Субтропические влажные леса	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
Влажные экваториальные леса	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

На другие тепловые потоки в ландшафте расходуется лишь небольшая часть радиационного баланса, тем не менее, эти потоки играют существенную роль в функционировании ландшафта. Теплообмен земной поверхности с почвогрунтами 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 сбалансированы. Интенсивность этого теплообмена наибольшая в континентальных ландшафтах с резкими сезонными колебаниями температур воздуха и поверхности почвы. Также величина теплообмена зависит от влажности и литологического состава почвогрунтов, влияющих на их теплопроводность, и от растительного покрова.

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.

В трансформации солнечной энергии важнейшая роль принадлежит биоте, хотя на биохимическую реакцию фотосинтеза растения суши ис-

пользуют лишь 0,5% от общего потока суммарной радиации (или около 1,3% радиационного баланса). В процессе дыхания продуцентов, консументов и редуцентов и разложения органических остатков использованная при фотосинтезе энергия снова превращается в тепло, поэтому почти вся энергия, связанная первичными продуцентами, рассеивается и в отличие от вещества уже не возвращается в биологический цикл.

Часть аккумулированной солнечной энергии в ландшафте содержится в мертвом органическом веществе (подстилке, почвенном гумусе, торфе). Например, в гумусе мощных тучных черноземов она превышает  $1000 \text{ МДж/м}^2$  в торфе – тысячи  $\text{МДж/м}^2$  (Исаченко, 1991).

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 и энергии солнечных лучей. Ежегодно при денудации превращается в кинетическую энергию около одной десятиллионной доли запаса энергии, накопленной в надводной части материков ( $3 \cdot 10^{18} \text{ МДж}$ ), что соответствует десятитысячным долям процента от величины суммарной радиации (Исаченко, 1991). Это «незначительное» количество энергии приводит в движение мощные потоки твердого материала.

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. В механическую энергию ветра ежегодно переходит  $n \cdot 10^{14} \text{ МДж}$  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  $n \cdot 10^{13} \text{ МДж}$  в год (около 0,01% суммарной радиации).

Преобразование энергии может служить одним из показателей интенсивности функционирования ландшафта.

#### **4.4. Геофизические процессы в ландшафтах**

*Геофизика ландшафта* – раздел ландшафтоведения, в котором изучаются наиболее общие физические свойства, процессы и явления, характерные для геосистем. При этом они рассматриваются как системы, состоящие из элементарных структурно-функциональных частей и элементарных процессов функционирования, объединяющихся в более сложные образования, которые рассматриваются через призму их физических свойств и характеристик.

Геофизика ландшафта изучает общие физические свойства, процессы и явления в геосистемах, элементарные части геосистем и элементарные процессы, а также геогоризонты и другие образования, которые возникают в результате синтеза этих частей и процессов в пространстве и времени (Беручашвили, 1990).

Для того чтобы раскрыть физическую сущность процессов функционирования, их необходимо подразделить на ряд элементарных в физическом отношении процессов. Элементарные структурно-функциональные части и процессы функционирования объединяются в более крупные образования – геогоризонты, вертикальные структуры, состояния элементарных геосистем, которые при последующем синтезе формируют сложнейшую природную систему – ландшафт.

*Геомассы* – элементарные структурно-функциональные части, которые характеризуются определенной массой, специфичным функциональным назначением, а также скоростью изменения во времени и/или перемещения в пространстве. Н.Л. Беручашвили (1990) в ландшафте выделяет аэромассы, фитомассы, зоомассы, мортмассы, педомассы, литомассы и гидромассы, характеризующиеся определенной массой и тесно связанные с функционированием геосистем.

Геомассы необходимо отличать от природных компонентов геосистемы. Для этого достаточно привести определение понятия «компонент геосистемы» – это природное тело, характеризующееся преобладанием какой-либо одной геомассы.

Геомассы могут быть *активными*, т.е. могут перемещаться в пространстве, увеличиваться или уменьшаться в своем количестве; *стабильными* (пассивными) – могут не перемещаться в пространстве и не изменяться в своем количестве, но принимать участие в процессах функционирования геосистемы; *инертными* – могут не принимать или почти не принимать участия в функционировании в данном состоянии геосистемы. Одни и те же геомассы могут быть и инертными, и стабильными, и активными, если их рассматривать в разные отрезки времени.

*Вертикальная структура* – это взаиморасположение и взаимосвязь геогоризонтов. Геогоризонты – сравнительно однородные слои, характеризующиеся целым рядом ландшафтно-геофизических признаков, из которых наиболее важны специфичный набор и соотношение геомасс. Например, надземные геогоризонты могут включать фитомассу (кроны растений), массы воздуха, в зимнее время – нивальные геомассы (шапки снега на кронах хвойных деревьев), в летнее время – гидромассы (осадки на поверхности листьев).

*Состояние* геосистемы – соотношение параметров, характеризующих его в какой-либо промежуток времени, в котором конкретные входные воздействия (солнечная радиация, осадки и т.п.) трансформируются в выходные функции (сток, некоторые гравигенные потоки, прирост фитомассы и т.д.).

Н.Л. Беручашвили (1990) все состояния ландшафтов делит по длительности.

1. *Кратковременные состояния* продолжительностью менее суток. Они в основном связаны с высокочастотными компонентами - воздушными массами и их изменениями.

2. *Средневременные состояния* имеют продолжительность от одних суток до одного года. Из них наиболее важны стексы – суточные состояния, обусловленные сезонной ритмикой, погодными условиями и динамической тенденцией развития фации. Сезоны года также можно рассматривать как состояния.

3. *Длинночастотные состояния* продолжительностью более одного года. Они обычно связаны либо с многолетними климатическими циклами, либо с сукцессиями растительного покрова.

Из пространственных свойств геосистем Н.Л. Беручашвили (1990) выделяет площадь выявления, характерную площадь, мощность геосистемы, отношение надземной части геосистемы к его подземной части.

Особое место в геофизике ландшафта имеет метод балансов, позволяющий учитывать баланс вещества и энергии отдельных компонентов ПТК. Большое внимание этому вопросу уделял Д.Л. Арманд (1975). По его определению *балансом* называются сопоставляемые перечни всех видов вещества и энергии за период наблюдений: 1) вошедших разными способами в природный комплекс и 2) вышедших из него. Разность между приходной и расходной частью баланса называется «сальдо» (балансовая разность). Метод балансов позволяет оценивать количество различных форм вещества и энергии, поступающих в ландшафт и выходящих из него, проследить динамику суточных и годовых циклов, анализировать распределение вещества и энергии по разным каналам.

Практическое значение метода балансов довольно значительно. Он облегчает поиски путей воздействия на процесс и способов изменения его в нужном направлении. Имея информацию о статьях баланса, можно увидеть роль каждой составляющей. Например, при изучении изменения снежного покрова в пределах ПТК количественно определяются все процессы, на которые он распадается (снегопады, дожди, перевеивание и таяние снега и т.д.). Баланс этих процессов показывает: 1) их направление (накопление или убыль снега), 2) структуру процесса (в результа-

те чего произошло изменение), 3) соотношение между статьями баланса (что влияет сильнее и что слабее).

В ландшафтоведении наиболее часто приходится иметь дело с радиационным, тепловым и водным балансами, а также балансом биомассы, хотя балансовое уравнение можно рассчитать практически для любого вещества.

*Баланс радиационной и тепловой энергии* позволяет взять на учет первопричины всех физико-географических процессов. Сальдо радиационного баланса составляет то количество радиационной энергии, которое задерживается земной поверхностью, преимущественно растительностью и почвой, и преобразуется ими в другие виды энергии. Он описывается формулой:

$$(Q + Q') (1 - \alpha) - E_{\text{эф}} = R,$$

где  $Q$  – прямая и  $Q'$  – рассеянная радиация,  $\alpha$  – альбедо,  $E_{\text{эф}}$  – эффективное излучение,  $R$  – сальдо радиационного баланса, в данном случае – поглощенная энергия (Арманд, 1975).

Распределение солнечной радиации на земной поверхности подчинено основной географической закономерности – зональности, этой же закономерности подчиняется радиационный баланс. Однако разные по свойствам компоненты и ПТК существенно отличаются радиационными и тепловыми условиями. Различие тепловых условий компонентов в большой степени зависит от их альбедо. Даже в пределах небольших ПТК в результате разнообразия подстилающей поверхности и форм рельефа радиационные и тепловые условия существенно изменяются от места к месту.

Особая часть расхода приходящей радиации идет на фотосинтез. Эта статья в балансе незначительна (1–2%), но роль ее неизмерима. Достаточно отметить, что за счет ее из углекислого газа освобожден почти весь кислород атмосферы.

Пути преобразования поглощенной энергии с небольшой долей участия внутриземного тепла прослеживаются при помощи составления теплового баланса подстилающей поверхности:

$$R + I \pm P \pm Le - E_{\text{ф}} = V$$

где  $R$  – поглощенная энергия,  $I$  – внутриземное тепло,  $P$  – расход энергии на турбулентный обмен,  $L$  – скрытая теплота испарения,  $e$  – испарившаяся или сконденсированная влага,  $E_{\text{ф}}$  – энергия, израсходованная на фотосинтез,  $V$  – остаточный член, в данном случае обмен теплом с почвой (Арманд, 1975).

Перечисленные составляющие в отдельные сезоны и время суток могут менять свои знаки. При отрицательном знаке поток тепла направляется из атмосферы на землю, а вместо испарения происходит конден-

сация. Соотношение  $P/L_e$  изменяется в широких пределах в зависимости от характера ландшафта. Например, во влажных тропических и субтропических лесах этот показатель имеет низкие значения, а на болотах, где происходит интенсивная адвекция тепла и водяного пара, может становиться отрицательной величиной.

Особенности *водного баланса* определяются климатическими условиями, характером литогенной основы, почвенного и растительного покрова ПТК и другими факторами. Водный баланс ландшафта целиком складывается из адвекций, т.е. из горизонтальных перемещений влаги: воздушной, поверхностной и грунтовой:

$$|a| + |s| + |u| = |\Delta w|,$$

где  $a$  – разность между приносом и выносом воды за пределы ландшафта по воздуху (в виде паров и облаков),  $s$  – то же поверхностным стоком,  $u$  – то же грунтовым стоком. В зимнее время прибавляется еще перенос снега ветром в пределы или за пределы ландшафта.  $\Delta w$  – изменение содержания влаги в ландшафте. Если за многолетний период оно не равно нулю, то это свидетельствует о прогрессивном увлажнении или иссушении ландшафта (Арманд, 1975).

Большой интерес для ландшафтоведа представляет водный баланс деятельного слоя земной поверхности, в котором главную роль играют осадки и испарение, не участвующие в балансе ландшафта, так как они для ландшафта являются внутренними процессами:

$$r - f - e = r - (u + s) - (e' + t) = 0,$$

где  $r$  – осадки,  $f$  – суммарный сток,  $e$  – испарившаяся или сконденсированная влага,  $s$  – разность между приносом и выносом воды за пределы ландшафта поверхностным стоком,  $u$  – то же грунтовым стоком,  $e'$  – физическое испарение,  $t$  – транспирация. Если правая часть уравнения не равна нулю, а равна  $\Delta w$ , то это свидетельствует о динамике ландшафта преимущественно годовой или сезонной.

На изменение водного баланса ПТК существенное влияние оказывает хозяйственная деятельность человека.

*Баланс биомассы.* Балансовый метод имеет большую роль для органического мира, который обладает весьма большим разнообразием. В связи с этим баланс биомассы можно рассматривать по отношению к отдельным ее частям.

Например, большой интерес представляет баланс древесной части леса. В листопадном лесу он имеет две статьи прихода: долговременный прирост – древесина ( $n$ ) и сезонный – листья ( $l$ ) и три статьи расхода: отпад и поедание ( $c$ ), потери на дыхание ( $d$ ) и опад листвы ( $p$ ):

$$n + l - c - d - p = \pm \Delta m,$$

где  $\Delta m$  может быть как положительным (растущий лес), так и отрицательным (умирающий, перестойный лес) (Арманд, 1975). В виду сезонного характера облиствения балансовая разность может быть различной, если брать баланс за разные периоды года. Величины  $n$ ,  $l$ ,  $c$ ,  $d$  и  $p$  в течение года меняются.

Баланс травянистой растительности существенно отличается от лесного: 1) запас для многолетних растений выражается их подземной частью, 2) в травостое большую роль играют генеративные части, 3) травостой значительно подвержен поеданию зверями и насекомыми. В связи с этим годовой будет выражаться:

$$n + l + g - d - z - c = \pm \Delta m,$$

где  $n$  – прирост корней,  $l$  – прирост стеблей и листьев,  $g$  – прирост генеративных органов,  $d$  – потери на дыхание,  $z$  – поедаемая биомасса,  $c$  – отпад (Арманд, 1975).

Продуктивность растительности зависит от поступления в ландшафт солнечной энергии, тепла, углекислого газа, воды и элементов минерального питания. Эти факторы должны находиться в соответствии друг с другом. Если один из них ограничен, то избыток другого может привести даже к отрицательным последствиям и, в конечном счете, к снижению образования биомассы.

#### **4.5. Динамика ландшафтов**

Динамика (от греческого *dynamis* – сила) – изменения обратимого характера, не приводящие к коренной перестройке структуры, т.е. «движение переменных состояний в пределах одного инварианта» (Мамай, 1992, с. 25). Инвариант – совокупность присущих геосистеме свойств, которые сохраняются неизменными при преобразовании геосистем (Сочава, 1978). Примерами динамических изменений служат серийные ряды фаций, сукцессионные смены, смены состояний ландшафтов.

Смены состояний могут быть обратимыми при условии, что изменения параметров внешней среды не перешли через некоторое критическое значение, за пределами которого неизбежно нарушается равновесие в геосистеме и ломается механизм ее саморегуляции. Саморегуляция – свойство ландшафтов в процессе функционирования сохранять на определенном уровне типичные состояния, режимы и связи между компонентами (Сочава, 1978). Механизмом саморегуляции служит характер интенсивности внутренних связей и образование новых. Таким образом, динамические изменения говорят об определенной способности геосистемы возвращаться к исходному состоянию, т.е. о ее устойчивости, способности компенсировать импульсы саморегулированием.

В.Б. Сочава (1978) различает в динамике две стороны – преобразовательную и стабилизирующую. Преобразующая динамика геосистемы – процессы, накопление результатов которых ведет к изменению структуры геосистемы (прогрессивному или регрессивному). Стабилизирующая динамика – процессы, на которых основаны саморегуляция и гомеостаз геосистем. Под саморегуляцией понимается приведение геосистемы в устойчивое состояние, обеспечение относительного равновесия всей геосистемы.

До тех пор, пока изменения не выходят за рамки существующего инварианта и имеют характер постепенного количественного накопления элементов новой структуры, они относятся к собственно динамике (Исаченко, 1991). При прочих условиях динамические изменения могут иметь и необратимый характер.

Деление изменений в ландшафте на обратимые и необратимые довольно условное, т.к. абсолютно обратимых изменений в природе не бывает: после каждого пройденного геосистемой цикла возвращение к прежнему состоянию происходит с большим или меньшим отклонением. Накопление отклонений подготавливает преобразование структуры ландшафта, т.е. является начальным звеном развития или эволюции ландшафта. Поэтому динамические изменения ландшафтов имеют ритмический и поступательный характер.

Динамика ландшафта обусловлена преимущественно, но не исключительно, внешними факторами и имеет в значительной степени ритмический характер. Суточный и сезонный ритмы связаны с планетарно-астрономическими причинами. Различные ритмы большей продолжительности: внутривековые и вековые ритмы – гелиогеофизические по происхождению, т.е. связаны с проявлениями солнечной активности, которые вызывают возмущения магнитного поля Земли и циркуляции атмосферы, а следовательно 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 и связывают с ними чередование ледниковых и межледниковых эпох. Геологические ритмы измеряются миллионами лет (Исаченко, 1991).

Различные ритмы проявляются в ландшафте совместно и одновременно, интерферируя, т.е. накладываясь один на другой. Это обстоятельство затушевывает четкость ритмов и затрудняет их расчленение.

Особый тип динамических изменений представляют восстановительные (сукцессионные) смены состояний геосистем после катастрофических 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 (Сочава, 1978). 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.

Таким образом, динамика ландшафта – не любые процессы и изменения, а лишь те, которые сопровождаются изменениями состояния его свойств, не приводя к изменениям его структуры.

#### **4.6. Развитие ландшафтов**

Развитие (эволюция) ландшафта – необратимое направленное изменение, приводящее к коренной перестройке (смене) структуры ландшафта, к замене одного инварианта другим, т.е. к появлению новой геосистемы.

Выше было сказано, что каждый цикл, даже относительно непродолжительный, например годичный, оставляет после себя в ландшафте некоторый необратимый остаток (со стоком сносятся минеральные и органические вещества, вглубь водоразделов продвигаются овраги, накапливается торф в болотах и т.п.), что приводит к эволюционным изменениям ландшафта. Причинами такого развития являются как внешние (космические, тектонические, антропогенные) так и внутренние (саморазвитие, противоречивые взаимодействия компонентов ландшафта) факторы.

Механизм развития ландшафта состоит в постепенном количественном накоплении элементов новой структуры, включая и новые морфологические единицы, и вытеснении элементов старой структуры, что в конце концов приводит к качественному скачку – смене ландшафтов.

Развитие ландшафтов и их морфологических частей обычно постепенное. Время, за которое изменяется структура, зависит от ранга ПТК. Наиболее быстро развиваются фации и самое длительное время необходимо для полного замещения структуры в ландшафтах. Но возможна и быстрая смена структуры в результате каких-либо катастрофических природных или техногенных процессов.

При изучении развития ландшафта часто анализируется его морфологическая структура. Б. Б. Польшов установил, что в ландшафте могут быть представлены разновозрастные элементы: реликтовые, консервативные и прогрессивные. Реликтовые сохранились от прошлых эпох, они указывают на предшествующую историю ландшафта. Реликтивными 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. Это появление островков леса в степи, пятен талого грунта в области многолетней мерзлоты, эрозионных форм рельефа в моренных ландшафтах. Соотношение этих групп элементов в ландшафте дает представление о направлении его развития, генезисе и возрасте.

Генезис ландшафта – совокупность процессов, обусловивших его возникновение и современное динамическое состояние. Возникновение ландшафтов обычно связывают с ведущими факторами их формирования – с теми, которые вызывают смену одного ландшафта другим. Возникновение и формирование современных ландшафтов устанавливается с помощью палеогеографических, археологических и исторических методов, путем анализа морфологической структуры и процессов, которые характерны для ландшафта (Марцинкевич, 1986).

К сложным вопросам теории развития ландшафта относится вопрос о его возрасте. 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. Соchau (1978), возраст ландшафта измеряется временем, прошедшим с момента возникновения его инвариантного начала. На практике установить такой момент крайне сложно, при этом 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.

По А.Г. Исаченко (1991) отправным моментом для выяснения возраста современных ландшафтов может служить стабильность внешних зональных и аazonальных условий на протяжении определенного отрезка времени, в течение которого не наблюдалось сколько-нибудь заметных подвижек ландшафтных зон, сохранялся устойчивый тектонический режим, отсутствовали макрорегиональные колебания типа оледенения – межледниковья.

Одним из важных индикаторов при этом является почва. Зрелый почвенный профиль служит своего рода «памятью ландшафта», свидетельствуя об относительной устойчивости всех физико-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. Например, возраст курского чернозема – около 3000 лет. Можно считать, что устойчивое существование современных ландшафтов с момента последней перестройки зонально-азональной среды, соответствует этому времени (Исаченко, 1991).

## 5. Классификация природных ландшафтов суши и закономерности их дифференциации

### 5.1. Принципы классификации

Каждый ландшафт, по выражению Л.С. Берга, неповторим. Невозможно найти два одинаковых ландшафта. Однако, это не означает, что между ландшафтами исключено всякое качественное сходство. 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 завершённым.

Классификация ландшафтов имеет прикладное значение, так как типовые нормы или мероприятия (градостроительные, агролесомелиоративные, природоохранные и т.п.) разрабатываются не для отдельных ландшафтов, а для типичных природных условий ландшафтных групп.

Важнейшим инструментом классификации служит ландшафтная карта. Сравнительно-картографический метод обеспечивает полноту и логическую строгость систематики ландшафтов.

Попытки классифицировать ландшафты осуществлялись на всем протяжении изучения геосистем Земли (рис. 24, 25).

В настоящее время в ландшафтоведении разработаны две классификационные модели. *Иерархическая* классификация, в которой основой служит соотношение части и целого, от фации до ландшафтной оболочки Земли, была рассмотрена ранее (п. 1.5.)

Логической основой *типологической* классификации ландшафтов служит природная геосистема как индивид, в котором сочетаются черты особенного, индивидуального и общего, типического.

Типологическая классификация рассматривает разные таксономические геосистемы: фации, подурочища, урочища, местности, ландшафты. Ландшафт – основная характеристика ландшафтоведения, и его классификация наиболее разработана. Принципы классификации ландшафтов основываются на группировке индивидуальных ландшафтов в классы, типы, роды и виды по признакам, отражающим их сущность. Исходными факторами при классификации ландшафтов служат: тепло- и влагообеспеченность, влагооборот, биологический круговорот веществ, почвообразование, продуцирование биомассы. К критериям классификации относятся существенные инвариантные свойства ландшафтов, их генезис, структура, динамика.

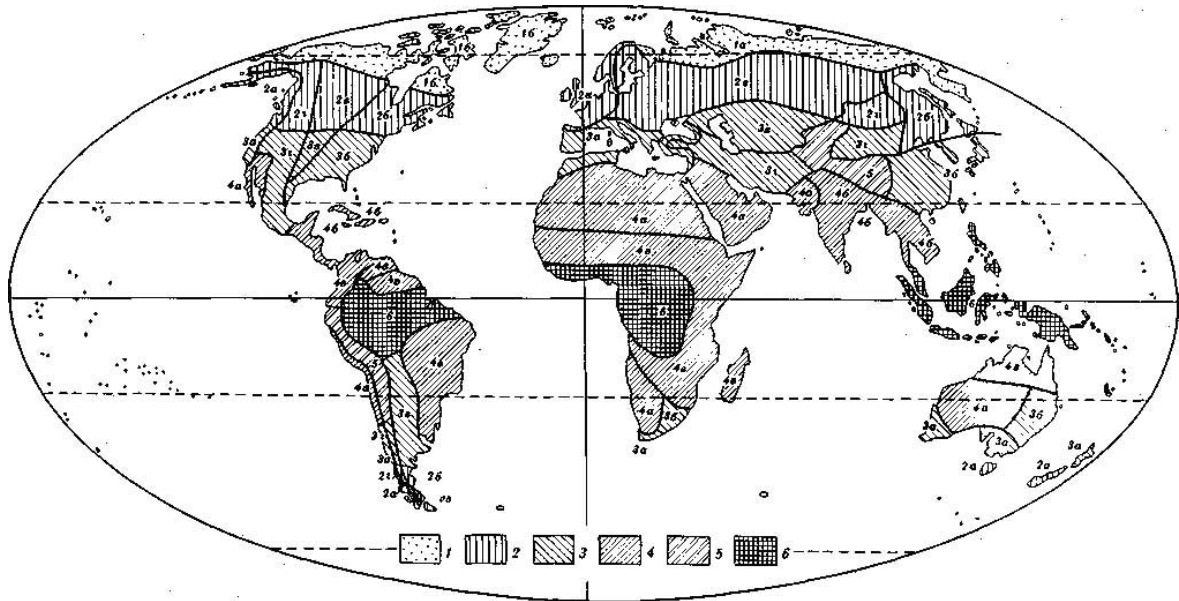


Рис. 24. Типы естественных районов (по Э.Дж. Гербертсону, 1905)  
 1 - полярные: а - равнины (тундровый тип), б - горы (тип ледяных покровов);  
 2 - холодно-умеренные, а - западные окраины материков (западноевропейский тип), б - восточные окраины (квебекский тип), в - внутренние районы (сибирский тип), 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)

После классифицирования ландшафтов их систематизируют в соподчиненные типологические совокупности ландшафтов региона, т.е. систематизируют ландшафтное устройство определенной территории.

В качестве высшей классификационной категории ландшафтов Земли (по В.А. Николаеву, 1979) выделяют *отдел ландшафтов*. В основе этого таксона рассматривают показатель тип контакта и взаимодействия геосфер (литосферы, гидросферы, атмосферы) по вертикали. Выделяют четыре отдела ландшафтов: 1) наземные (субаэральные); 2) земноводные (речные, озерные, шельфовые); 3) водные (моря и океаны); 4) донные (морские, океанические).

Наземные ландшафты группируют по *разделам* в зависимости от теплообеспеченности географических поясов. Так наземные ландшафты Северного полушария состоят из разрядов: арктических, субарктических, бореальных, суббореальных, субтропических, тропических, субэкваториальных и экваториальных ландшафтов.

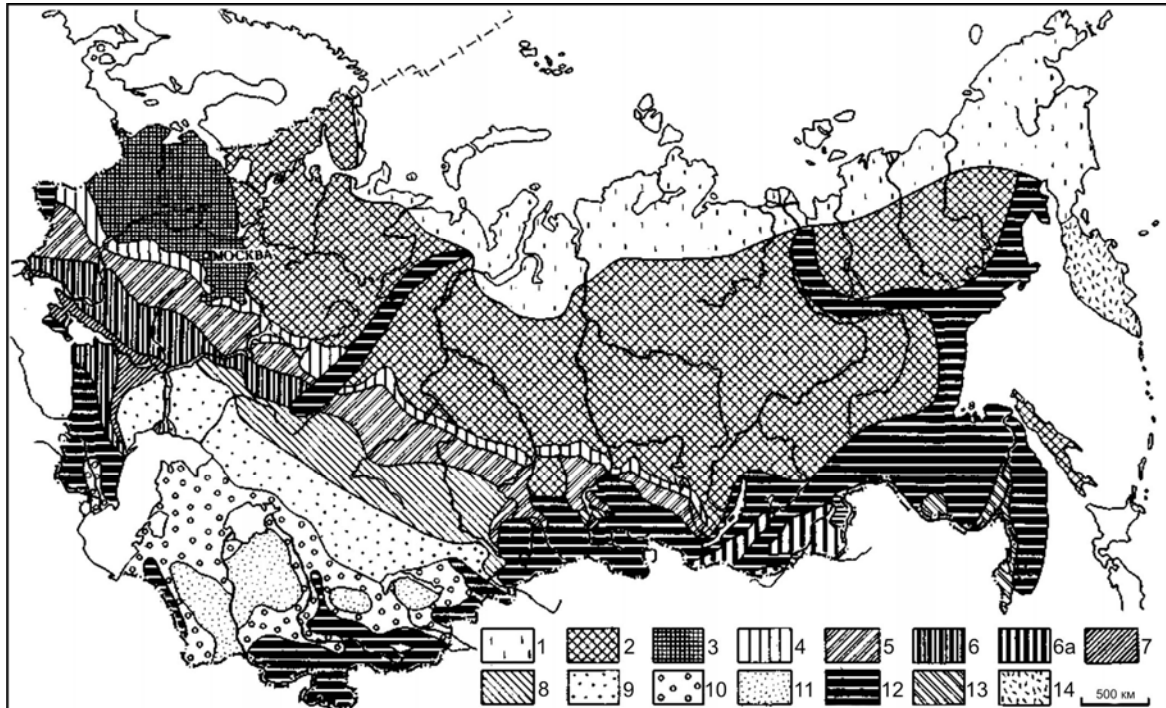


Рис. 25. Ландшафтные зоны России (по Л.С. Бергу, 1913)

1 - тундра, 2 - тайга, 3 - 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, 13 - низменности Приамурья и Приуссурийского края с лесами маньчжурского типа, 14 - Камчатка

Далее в классификации выделяют единицу – *семейство ландшафтов*, отражающую группировку ландшафтов в дифференцированных физико-географических странах. Например, бореальные ландшафты восточносибирского семейства или бореальные ландшафты западносибирского семейства, или восточносибирского.

Критерием выделения классов и подклассов ландшафтов является гипсометрический фактор, отражающий ярусные ландшафтные закономерности. *Классы* характеризуют равнинные и горные ландшафты и выделяются в пределах разрядов, подразрядов, семейств. Классы равнинных ландшафтов включают *подклассы* – возвышенные, низменные, низинные ландшафты. Классы горных ландшафтов включают следующие подклассы ландшафтов – предгорные, низкогорные, среднегорные, высокогорные, межгорно-котловинные. Классы и подклассы ландшафтов отражают высотную ярусность ландшафтов.

*Тип* ландшафта отражает зональность природных геосистем. Основной критерий для разграничения типов ландшафтов – важнейшие глобальные различия в соотношениях тепла и влаги. В связи с этим вы-

деляют: 1) зональные ряды типов ландшафта по теплообеспеченности: А – арктические и антарктические, Са – субарктические, БСа – бореально-субарктические, Б – бореальные, БСб – бореально-суббореальные, Ст – субтропические, Т – тропические, Сэ – субэкваториальные, Э – экваториальные; 2) ряды типов ландшафтов по увлажнению: экстрааридные, аридные, семиаридные, семигумидные, гумидные (Исаченко, 1991).

Каждый тип ландшафтов характеризуется своим сезонным ритмом природных процессов, особым типом высотной поясности. Таким образом, тип ландшафтов – это объединение ландшафтов, имеющих общие зонально-секторные черты в структуре, функционировании и динамике. Большинство ландшафтных типов представлено различными вариантами в обоих полушариях, на разных континентах, а нередко – и в разных секторах одного континента.

Тип ландшафта близок к зональному типу почв, так как почва – «зеркало» ландшафта, продукт его функционирования. Помимо почвенных характеристик тип ландшафта учитывает и геоботаническую специфику. Например, бореальные и суббореальные умеренно континентальные восточно-европейские равнинные ландшафты включают типы лесной, широколиственной, лесостепной, степной, полупустынной, пустынной растительности (рис. 26).

Характерные черты ландшафтов каждого типа лучше всего выражены в центре его ареала, на периферии появляются признаки перехода к соседним типам. В результате этого типы ландшафтов делят на *подтипы*, которые отражают постепенность зональных переходов в соответствии с подтипами почв и подклассами растительности. Различают три подтипа: северный, средний и южный. Например, таежный тип образован подтипами северотаежных, среднетаежных, южно-таежных ландшафтов. Подтипы не выделяются для тех ландшафтных типов, которые сами по себе имеют переходный характер (лесотундровые, подтаежные, лесостепные и др.) или имеют относительно небольшой ареал (приокеанические лесолуговые и луговые).

*Род* ландшафтов характеризует морфологию и генезис рельефа ландшафтов, литологические свойства поверхностных пород выражены в  *подроде*  ландшафтов. Например, в равнинных ландшафтах по роду выделяют ландшафты крупных речных долин и междуречий, представленных моренными, водно-ледниковыми, древнеаллювиальными, золовыми отложениями. Цитологический фактор подрода ландшафтов представлен суглинистыми, песчаными, известняковыми, лёссовыми и другими сложениями.

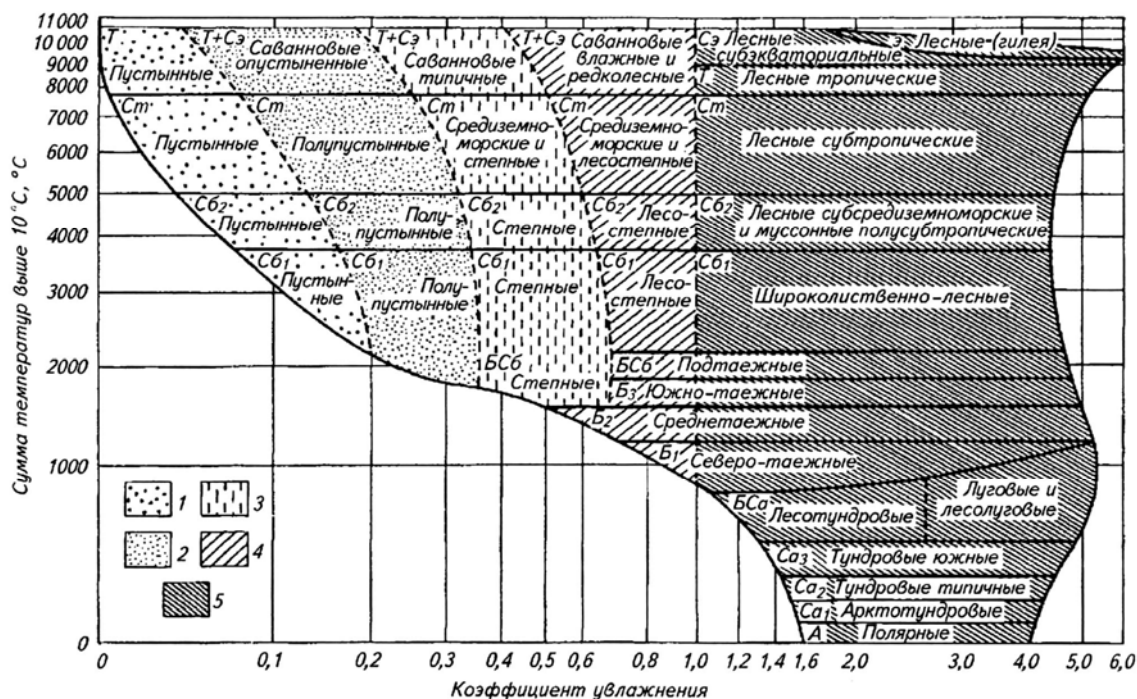


Рис. 26. Типы ландшафтов Земли в зависимости от теплообеспеченности и увлажнения (по А.Г. Исаченко, 1991)

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

На нижних ступенях ландшафтной классификации выделяется вид ландшафта. Определяющим критерием при определении вида выступает фундамент ландшафта, его петрографический состав, структурные особенности, формы рельефа. Вид ландшафтов — совокупность ландшафтов со сходным составом в морфологической структуре урочищ. У таких ландшафтов общий генезис, эволюция, функционирование. Морфологическое строение служит одним из ведущих признаков при объединении конкретных ландшафтов в виды. Видовое разнообразие ландшафтов чрезвычайно велико. Только на территории России насчитываются многие сотни видов ландшафтов.

В результате классификации каждый ландшафт получает многоступенчатую типологическую углубленную идентификацию (табл. 4).

Таблица 4

Структурно-генетическая классификация ландшафтов  
(по В.А. Николаеву, 1979)

Таксон	Основание деления	Примеры ландшафтов
Отдел	Тип контакта и взаимодействия геосфер	Наземные, земноводные, водные, подводные
Разряд	Термические параметры географических поясов	Арктические, субарктические, бореальные, суббореальные, субтропические
Подразряд	Континентальность, секторные климатические различия	Приокеанические, умеренно континентальные, континентальные, резко континентальные
Семейство	Региональная локализация на уровне физико-географических стран	Бореальные, умеренно континентальные — восточно-европейские, суббореальные, континентальные западно-сибирские, туранские
Класс	Морфоструктуры мегарельефа	Равнинные, горные
Подкласс	Морфоструктуры макро-рельефа	Равнинные: возвышенные, низменные, низинные. Горные: низкогорные, среднегорные, высокогорные
Тип	Типы почв и классы растительных формаций	Таежные, смешанно-лесные, широколиственные, лесостепные, степные, полупустынные, пустынные
Подтип	Подтипы почв и подклассы растительных формаций	Северотаежные, среднетаежные, южно-таежные, степные; луговые, болотные, солончаковые
Род	Морфология и генезис рельефа (генетический тип рельефа)	Холмистые моренные, пологоволнистые водно-ледниковые, плосковолнистые древнеаллювиальные, гривистые древнеэоловые
Подрод	Литология поверхностных отложений	Суглинистые, лёссовые, песчаные, каменисто-щебенчатые
Вид	Сходство доминирующих урочищ	Западносибирские равнинные возвышенные степные с разнотравными степями на черноземах легкосуглинистых

Приведем пример результата классификации ландшафтов южного Подмосковья (по В. А. Николаеву, 1979): *отдел* – наземные; *разряд* – бореальные; *подразряд* – умеренно континентальные; *семейство* – восточно-европейские; *класс* – равнинные; *подкласс* – низинные; *тип* – смешанно-лесные; *подтип* – болотно-луговые; *род* – озерно-водно-ледниковые; *подрод* – глинисто-суглинистые; *вид* – луговые низинные влажнотравно-злаковые на дерново-глеевых почвах.

## 5.2. Факторы и закономерности ландшафтной дифференциации земной поверхности

Дифференциация ландшафтной оболочки на природные комплексы, или ландшафтные геосистемы разных иерархических уровней организации, зависит от разных по мощности, масштабам и месту действия природных факторов. Если формирование и обособление ландшафтных геосистем глобального и регионального уровней обусловлено мощными планетарно-астрономическими факторами, внешними по отношению к ландшафтной оболочке, то причины дифференциации ландшафтов на геосистемы локальных уровней связаны, прежде всего, с внутренними факторами: генезисом, функционированием и развитием.

*Широтная зональность.* Различия в поступлении солнечной радиации к земной поверхности, связанные с планетарными свойствами Земли (шарообразностью и вращением), являются основным фактором, определяющим широтную дифференциацию географической оболочки на тепловые, климатические, ландшафтные или физико-географические пояса и зоны. Поступление солнечной радиации уменьшается от экватора к полюсам. Другим важнейшим фактором глобальной дифференциации ландшафтной оболочки на ландшафтные зоны является увлажненность территории, которая может характеризоваться соотношением количества выпадающих осадков и испаряемости. Этот фактор определяется широтностью как термических условий, так и циркуляционных особенностей атмосферы. Соответственно главнейшей закономерностью дифференциации ландшафтной оболочки является физико-географическая широтная (горизонтальная) поясность, или зональность в распределении ландшафтов, т.е. закономерная смена ландшафтных зон от экватора к полюсам (рис. 27).

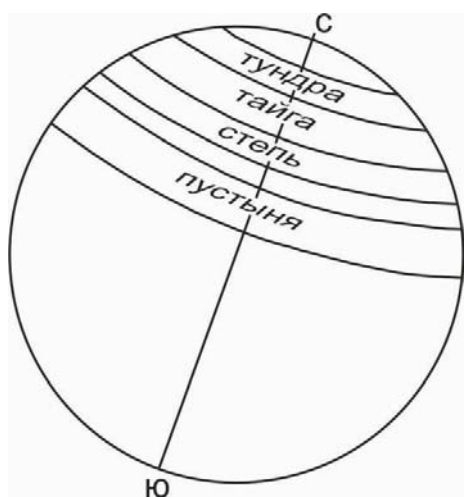


Рис. 27. Широтная зональность (поясность) равнинных ландшафтов

Кажущиеся иногда нарушения в системе ландшафтных зон связаны с многообразием проявления зональности и ее трансформацией в разных географических условиях, природных компонентах и при взаимодействии зональных факторов с аazonальными факторами литогенной основы (крупные морфоструктуры земной поверхности и поверхностные отложения эндогенного генезиса).

*Азональная геолого-геоморфологическая дифференциация ландшафтной оболочки.* Геолого-геоморфологическая дифференцированность ландшафтов проявляется, прежде всего, в наличии на Земле материковых выступов и океанических впадин, а также в выделении горных и равнинных территорий и связанных с ними ландшафтных комплексов. Главным фактором дифференциации ландшафтной оболочки такого рода является эндогенная, внешняя к ней, энергия Земли. Однако, полностью азональных ландшафтов не бывает, есть только вариации проявления широтной зональности в них. В геосистемах гор она проявляется через спектры высотных ландшафтных поясов, характерных для той или иной широтной зоны.

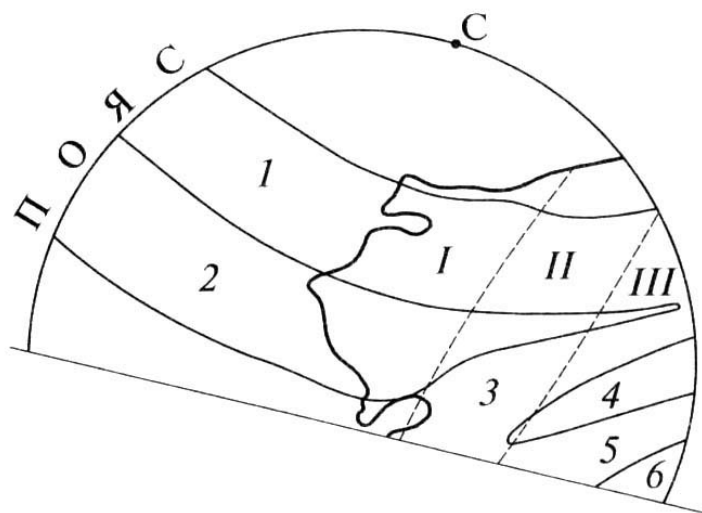
*Высотная поясность (вертикальная зональность).* Это еще одна из главнейших закономерностей дифференциации наземных ландшафтов, проявляющаяся наиболее ярко в горах. Причиной ее является уменьшение теплового баланса и соответственно температуры с высотой. Высотная поясность проявляется в спектре высотных поясов (зон) от подножия к вершинам. Чем выше географическая широта местности (таежная, тундровая зоны), тем спектр высотных поясов короче (два-три высотных пояса); к экватору (зоны субтропических лесов, саванн, экваториальных лесов) спектр высотных поясов значительно шире (шесть-восемь) (рис. 28).



Рис. 28. Проявление широтной зональности горных ландшафтов через спектры их высотных поясов (по Л.К. Казакову, 2007)  
а – в горах таежной зоны, б – в горах сухих субтропиков

*Секторность.* Это изменение степени континентальности климата от океанических побережий вглубь материков, связанное с интенсивно-

стью адвекции воздушных масс с океанов на материки и соответственно степени увлажненности секторов, расположенных на разном расстоянии от побережий и на разных побережьях. Первопричина этого явления – дифференциация земной поверхности на материки и океаны, которые обладают разной отражательной способностью и теплоемкостью, что приводит к формированию над ними воздушных масс с разными свойствами (по температуре, давлению, влагосодержанию). В результате между ними возникают градиенты давления, а, следовательно, и континентально-океанический перенос воздушных масс, накладывающийся на общезональную циркуляцию атмосферы. В результате происходят долготные или другие изменения ландшафтов от побережий вглубь материков. Наиболее ярко это проявляется в изменении спектра природных зон и подзон в каждом из секторов (рис. 29).



*Рис. 29. Изменение спектра широтных природных зон и подзон в разных физико-географических спектрах континентальности (по Л.К. Казакову, 2007)*

*Зоны: 1-тайги, 2-широколиственных лесов, 3-лесостепи, 4-степи, 5-полупустыни, 6-пустыни.*

*Секторы: I-приокеанические, II-слабо и умеренно континентальные, III-континентальные*

В Евразии, наиболее крупном материке, выделяются до шести-семи секторов (приокеанические, слабо и умеренно континентальные, континентальные, резко континентальные и др.). На других материках обычно выделяются три-четыре сектора. Слабее всего секторность выражена в экваториальных и полярных широтах.

*Высотно-генетическая ярусность ландшафтов.* Ярусность равнинных и горных ландшафтов связана с возрастом, этапами развития, генезисом разных гипсометрических уровней (ступеней или поверхно-

стей выравнивания) рельефа. Выделение этих уровней обусловлено неравномерностью тектонических движений.

Ландшафтная ярусность – это выделение в ландшафтной структуре регионов высотно-генетических ступеней, зафиксированных в основных геоморфологических уровнях развития рельефа. При этом плакоры рассматриваются как реликты древних денудационных поверхностей или аккумулятивных равнин, а более низкие уровни равнин связываются с последующими этапами выравнивания рельефа.

На равнинах выделяются ярусы (Казаков, 2007) (рис. 30):

- возвышенные – преимущественно элювиальные ландшафты;
- низменные – преимущественно неэлювиальные ландшафты с элементами былого гидроморфизма;
- низинные – преимущественно полигидроморфные и гидроморфные ландшафты, в определенной степени интразональные.

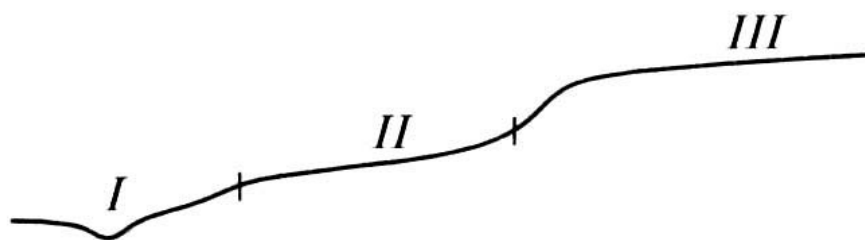


Рис. 30. Ярусность равнинных ландшафтов (по Л.К. Казакову, 2007)  
I – низины с интразональными гидроморфными ландшафтами, II – низменные зональные неэлювиальные ландшафты со следами гидроморфизма, III – элювиальные типичные зональные ландшафты возвышенных равнин

В горах выделяются ландшафтные ярусы:

- предгорий,
- низкогорий,
- среднегорий,
- высокогорий,
- межгорных котловин.

Каждый высотный ярус включает обычно один-три высотно-поясных зоны с фрагментами переходных зон, где в зависимости от экспозиции и крутизны склонов могут чередоваться природные комплексы смежных поясов.

*Эффект барьерности в дифференциации ландшафтов.* Важным следствием ярусного строения ландшафтной оболочки является возникновение эффекта барьерности, выраженного через характерные спектры предгорных и склоновых ландшафтов. Факторы, непосредственно определяющие выделение барьерных ландшафтов, это изменения атмосферной циркуляции и степени увлажнения наветренных и подветренных

территорий перед горами и возвышенностями, а также склонов разной экспозиции. С наветренной стороны перед горами и возвышенностями воздух постепенно поднимается, обтекая барьер, и формирует пояс повышенного по сравнению с широтно-зональной нормой выпадения осадков. С подветренной стороны поднятий, наоборот, господствуют нисходящие токи воздуха уже пониженной влажности, что приводит к формированию более сухих ландшафтов «барьерной тени». Примером барьерной роли гор служат ландшафты влажных субтропиков западного Предкавказья и сухих субтропиков восточного Закавказья.

*Экспозиционные гидротермические различия склоновых ландшафтов.* Ориентация склонов относительно сторон горизонта и направлений преобладающих ветров также является важным фактором дифференциации ландшафтов, но уже на мелкорегиональном и локальном уровнях организации геосистем. В результате взаимодействия геоморфологического (азонального) и климатического факторов склоновые ландшафты разных экспозиций по-разному отклоняются от типично зональных ландшафтов плакоров.

Экспозиционная ландшафтная асимметрия склонов бывает двух типов (рис. 31).

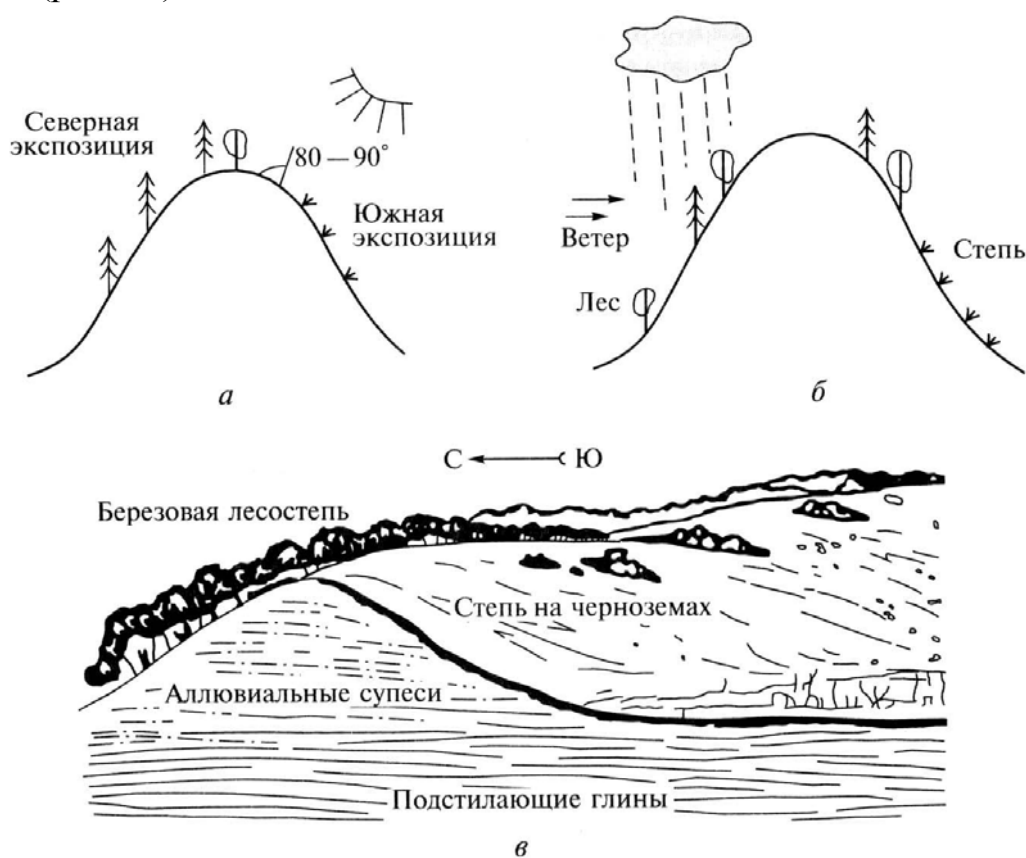


Рис. 31. Экспозиционная асимметрия склоновых ландшафтов  
(по Л.К. Казакову, 2007)

*а* – инсоляционная, *б* – циркуляционная или ветровая, *в* – проявление склоновой асимметрии ландшафтов в лесостепи Западной Сибири

1. Инсоляционная асимметрия связана с неодинаковым поступлением солнечной радиации на склоны разной экспозиции. Наиболее ярко инсоляционная асимметрия склонов проявляется в ландшафтах переходных зон. Так, в лесостепной зоне сильнее залесены склоны северных экспозиций, а на склонах южной ориентации господствуют степные ландшафты.

2. Ветровая, или циркуляционная, а симметрия склоновых ландшафтов, прежде всего, связана с разным поступлением влаги на наветренные склоны гор и возвышенностей.

*Вещественный (литологический) состав.* На локальном и мелких региональных уровнях организации природной среды важными факторами дифференциации ландшафтных комплексов могут быть вещественный (литологический) состав и структура поверхностных отложений. Горные породы образуют жесткую основу структурной организации и субстрат ландшафта, определяют его важные физико-химические и трофические свойства. Так, пески характеризуются хорошей водопроницаемостью, поэтому формирующиеся на них ландшафты лучше дренируются по сравнению с ландшафтными комплексами на суглинках и глинах при прочих равных условиях. Соответственно в них меньше тепла расходуется на испарение и они быстрее и лучше прогреваются весной. В таежной и смешаннолесной (подтаежной) зонах, лимитирующим фактором биопродуцирования в которых является тепло, природные комплексы на песках характеризуются более благоприятными гидротермическими условиями. Однако, в гумидных зонах хорошо промытые аллювиальные и флювиогляциальные пески бедны элементами минерального питания растений, поэтому на них господствуют сосновые леса, не требовательные к минеральному богатству почв. На глинистых породах здесь преобладает ель, более требовательная к минеральному питанию. Поэтому наиболее интенсивно под сельское хозяйство осваиваются хорошо дренированные ландшафты, сформировавшиеся на супесях и легких суглинках, где сочетаются относительно благоприятные гидротермические условия и богатство минерального питания растений.

Карбонатные породы являются наиболее благоприятным субстратом для почвообразования в условиях промывного режима и кислой реакции почв, характерных для таежной и подтаежной ландшафтных зон. Богатство карбонатных пород кальцием ведет к насыщению поглощающего комплекса почв основаниями, снижению их кислотности, повышенному накоплению гумуса, соответственно развиваются более плодородные дерново-карбонатные почвы. В результате в подзоне южной и даже средней тайги могут формироваться острова хвойно-широколиственных подтаежных ландшафтов.

## **6. Человек и ландшафты**

Учитывая историческую и современную неразрывность природы и человека, резко возросшие численность людей и техническую мощь общественного производства, а также масштабы негативных изменений в природе, в частности, обострившийся дефицит многих природных ресурсов, все более актуальным становится изучение разных вариантов природно-антропогенных ландшафтов и их динамики. Необходимость изучения природно-антропогенных и культурных ландшафтов диктуется как естественными, так и социально-экономическими предпосылками.

### **6.1. Особенности природно-антропогенных ландшафтов**

Природно-антропогенные ландшафты отличаются от природных рядом признаков.

Всем природно-антропогенным ландшафтам свойственна та или иная антропогенная трансформированность некоторых природных компонентов, а иногда и морфологической структуры исходного ландшафта. Вначале в них изменяется биота: вырубка лесов, распашка земель, посевы сельскохозяйственных культур, плантации, оазисы в пустынях и т.д. Часто изменяется и литогенная основа вместе с почвой: карьерно-отвалы горнорудных районов, городские и промышленные застроенные территории.

Большинство современных природно-антропогенных ландшафтов насыщено продуктами человеческого труда (различные сооружения, техника, материалы и отходы промышленного производства). В настоящее время в ландшафты локально поступает отходов производства в виде разных химических соединений заметно больше, чем от естественного выветривания, минерализации органических остатков и вулканизма. Нарушая биогеохимические круговороты и повреждая биоту, они изменяют структуру и генофонд современных ландшафтов.

Природно-антропогенные ландшафты часто имеют не только естественную, но и антропогенную энергетическую основу. В примитивных формах – это мышечная сила человека и тяглового скота, искусственные палы. В современных формах – это механическая энергия разных машин (тракторы, автомобили, бульдозеры, экскаваторы и т.п.), а также тепловая и электрическая энергия АЭС, ТЭС, ГЭС и др.

В сильно трансформированных ландшафтах положительные обратные связи часто преобладают над отрицательными. В результате они становятся малоустойчивыми к естественным природным процессам.

Для природно-антропогенных ландшафтов характерны изменения их структурно-функционального разнообразия, а, следовательно, и эво-

люционной гибкости или пластичности. Это проявляется как в вертикальной, так и в территориальной их организации.

На первых этапах, когда человечество осваивало ландшафтную оболочку локально, создавая очаги земледелия, населенные пункты и прочие природно-антропогенные геоэкосистемы, региональное и местное разнообразие и информационная насыщенность ландшафтов часто возрастали. Природные ландшафты обогащались этнокультурными и хозяйственными свойствами и элементами.

Однако, в последнее столетие хозяйственная деятельность становится одним из ведущих лимитирующих факторов естественного ландшафтогенеза, сглаживающих природные различия в природно-антропогенных ландшафтах. Это ведет к упрощению их структуры и унификации, особенно в биоте. Так, на месте разнообразных естественных ландшафтов человек часто создает громадные по площади агроландшафты с окультуренными пахотными почвами. В них выращивается сравнительно небольшой набор сельскохозяйственных культур, преобладают пшеница, рис, кукуруза, овес, картофель, хлопок. В тропической и субтропической зонах широкое распространение получили крупные плантации монокультур.

В итоге, можно сказать, что природно-антропогенный ландшафт – это ландшафт, структура и функционирование которого изменены социохозяйственной деятельностью и этнокультурными традициями людей. Изменения в ландшафтах включают в себя:

- трансформацию одного или нескольких компонентов;
- перестройку вертикальной и горизонтальной структуры, его организации;
- появление дополнительных энергетических источников как факторов формирования и функционирования ландшафта;
- появление в структуре ландшафта веществ и структур техногенного происхождения (синтетические вещества, здания и сооружения и пр.), участвующих в функционировании ландшафтов;
- уменьшение разнообразия и площади, занятой естественными структурными элементами ландшафтов.

Часто природно-антропогенные ландшафты представляют собой территориальные результаты многовекового хозяйственного эксперимента человека в природе. Некоторые из них пережили длительную эволюцию, не только природную, но и хозяйственную. В структуре природно-антропогенных ландшафтов часто сосредоточены элементы былых эпох их хозяйственного использования. Поэтому природно-

антропогенные ландшафты – образования не только современные, но и исторические.

Например, крупные ирригационные системы земледелия древности порой деградировали из-за вторичного засоления почв. Это происходило в ландшафтах поливного земледелия Древнего Египта, Месопотамии, Средней Азии, которым уже 3-5 тыс. лет, и запечатлено в широко представленных здесь современных природно-антропогенных ландшафтах (рис. 32).



*Рис. 32. Древние ирригационные системы в современных природно-антропогенных ландшафтах Египта*

## **6.2. Природно-ресурсный потенциал ландшафтов**

Ландшафт согласно современному представлению выполняет средообразующие, ресурсосодержащие и ресурсовоспроизводящие функции. Природно-ресурсный потенциал ландшафта является мерой возможного выполнения им этих функций. Определив природно-ресурсный потенциал, можно оценить способность ландшафта удовлетворять потребности общества (сельскохозяйственные, водохозяйственные, промышленные и т.д.). Для этого выделяют частные природно-ресурсные потенциалы ландшафта: биотический, водный, минерально-ресурсный, строительный, рекреационный, природоохранный, самоочищения (Голованов, 2005).

*Природно-ресурсный потенциал* — это не максимальный запас ресурсов, а только тот, который используется без разрушения структуры ландшафта. Изъятие из геосистемы вещества и энергии возможно

столько, сколько не приведет к нарушению способности саморегулирования и самовосстановления.

*Биотический потенциал* характеризует способность ландшафта продуцировать биомассу. Мерой биологического потенциала геосистем считается величина ежегодной биологической продукции. Биотический потенциал поддерживает почвообразование или восстанавливает плодородие почвы. Предел биологического потенциала определяет допустимую нагрузку на геосистему. Вмешательство человека в биологический круговорот геосистем снижает потенциальные биологические ресурсы и плодородие почв.

*Водный потенциал* выражается в способности ландшафта использовать получаемую воду растительностью, а также образовывать относительно замкнутый круговорот воды, пригодный для нужд человека. Водный потенциал и свойства ландшафта влияют на биологический круговорот, почвенное плодородие, распределение составляющих водного баланса. Границы между внутриландшафтными геосистемами одновременно являются границами территорий с характерным водным балансом.

*Минерально-ресурсным потенциалом* ландшафта считают накопленные в течение геологических периодов отдельные вещества, строительные материалы, минералы, энергоносители, которые используют для нужд общества. Такие ресурсы в ходе геологических циклов могут быть возобновимыми (леса) и невозобновимыми (несоизмеримы с этапами развития человеческого общества и скоростью их расхода).

*Строительный потенциал* предусматривает использование природных условий ландшафта для размещения строящегося объекта и выполнения им заданных функций.

*Рекреационный потенциал* — совокупность природных условий ландшафта, положительно влияющих на человеческий организм. Выделяют рекреационные ресурсы и рекреационные ландшафты. Рекреационные ресурсы используют для отдыха, лечения, туризма, а рекреационные ландшафты выполняют рекреационные функции (зеленые зоны, лесопарки, курорты, живописные места и т.д.).

*Природоохранный потенциал* обеспечивает сбережение биологического разнообразия, устойчивость и восстановление геосистем.

*Потенциал самоочищения* определяет способность ландшафта разлагать, выносить загрязняющие вещества и устранять их вредное воздействие.

Ландшафт — многофункциональное образование, который пригоден для выполнения разного вида деятельности, но выбор исполняемых

функций должен соответствовать его природным свойствам и ресурсному потенциалу.

### **6.3. Направления воздействия человека на ландшафты**

Многообразие человеческой деятельности в ландшафтах приводит к их изменению. Измененные ландшафты, в свою очередь, оказывают обратное воздействие на человека и его хозяйственную деятельность. Последствия взаимодействий для общества могут быть положительными или отрицательными. Отрицательным последствиям воздействия человека на ландшафт уделяется основное внимание.

Сложный процесс «воздействия — последствия» имеет не точечный или линейный характер, а эффект взаимодействия в многокомпонентной системе ландшафта, распространяющийся по сложной, ветвящейся цепи процессов. Любая конкретная локальная или региональная геосистема характеризуется вертикальными и горизонтальными связями, действующими в единстве времени и пространства. Через эти потоки и происходит распространение изменений. Без вертикальных связей распространение последствий от воздействий замыкалось бы на тех компонентах, где возникло, а без горизонтальных было бы локализованным в структурных элементах ландшафта.

Воздействие общества на ландшафты можно разделить на группы (Голованов, 2005):

- изъятие из ландшафта энергии или вещества;
- преобразование компонентов ландшафта или его процессов;
- подача в ландшафт энергии или вещества;
- привнесение технических или техногенных объектов в природу.

В результате воздействия общества на ландшафт:

- ухудшается качество компонентов ландшафта;
- нарушаются или изменяются межкомпонентные связи в геосистемах;
- уменьшаются природные ресурсы ландшафта;
- ухудшаются экологические условия;
- ухудшаются условия ведения хозяйства и работы техники;
- уменьшается количество и ухудшается качество продукции.

Важно также учитывать зависимость между силой воздействия, степенью изменений и размерами последствий. Воздействие на ландшафт оценивают показателем — нагрузкой на ландшафт. Допустимое воздействие, не приводящее к нарушению свойств и функций ландшафта, определяется понятием — норма нагрузки, при превышении которой ландшафт разрушается, и считается критической или предельно допустимой. Границы допустимых нагрузок определяются или измеряются с

помощью нормативных показателей, значения которые в свою очередь зависят от социально-экономических потребностей общества, способности ландшафта саморегулироваться, самоочищаться, самовосстанавливаться.

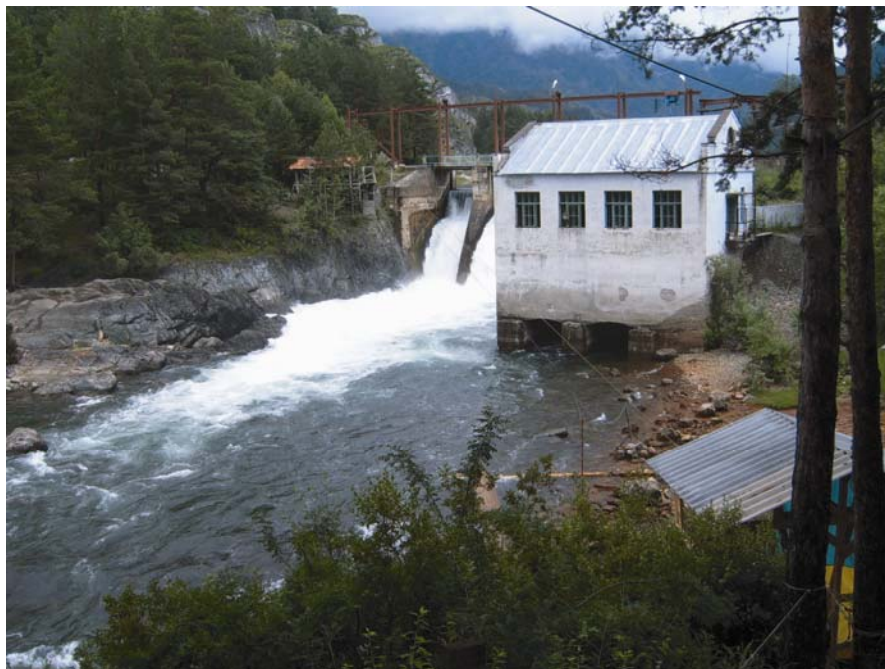
Результат воздействия хозяйственной деятельности человека на ландшафт можно охарактеризовать:

- изменением его строения, состояния, функционирования;
- изменением текущей динамики;
- нарушением хода природных циклов и тенденций естественного саморазвития;
- различной реакцией на техногенные нагрузки;
- изменением устойчивости;
- изменением механизмов устойчивости;
- выполнением новых функций;
- надежностью выполнения новых функций и интегральным управлением геосистемами;
- негативными последствиями в ходе выполнения новых функций;
- возможными негативными последствиями на соседние ландшафты;
- экологическими ограничениями.

Изменения в ландшафтах в конечном итоге зависят от естественных факторов, антропогенно-техногенных воздействий и свойств самого ландшафта. Естественные факторы характеризуются зональными условиями, ритмичностью их проявлений (периодом) и размахом колебаний (амплитудой); в таких условиях геосистемы находятся в устойчивом состоянии.

К антропогенно-техногенным факторам относятся: воздействие инженерных сооружений, специфическая технология производства, вид использования ландшафта. Техногенные факторы ритмичны и могут достигать такой силы воздействия, которая вызовет необратимые изменения в ландшафте. Техногенные воздействия делят на пассивные и активные. Пассивными воздействиями считают, когда технические сооружения не оказывают на ландшафт большого влияния, а обмен веществом и энергией между ними минимален — «эффект присутствия» (рис. 33). Пассивное воздействие перейдет в активное в случае нарушения равновесия между техногенным фактором и ландшафтом. Например, после строительства техногенного сооружения на склоне могут проявиться смыв почв или оползни — «эффект толчка». Активное воздействие выражается в изъятии из ландшафта или привнесении в него вещества или энергии. Например, в результате добычи угля открытым способом в

карьерах происходит активное изъятие вещества из природы в крупных масштабах (рис. 34).



*Рис. 33. Чемальская ГЭС в пределах горнолесного ландшафта, Горный Алтай*



*Рис. 34. Изъятие вещества из природы в крупных масштабах, Черногорский угольный разрез, Республика Хакасия*

Техногенные воздействия на геосистемы разделяют на очаговые и площадные (Голованов, 2005). *Очаговое* воздействие связано с использованием природных ресурсов, имеющих очаговое распространение. Например, карьер в горнодобывающей промышленности, локальные источники вод и других ресурсов. *Площадные* воздействия распространены на большие территории: пашни, пастбища, лесные угодья и пр.

При воздействии человека на ландшафт наибольшему изменению подвергаются почва, биота, водный и тепловой режимы. Их трансформация вызывает обратимые изменения в геосистеме. Необратимые изменения в ландшафте последуют после нарушения твердого фундамента, рельефа, климата, так как эти компоненты — основные входы в геосистему, через которые извне поступает вещество и энергия. Преобразование твердого фундамента и мезорельефа формирует совершенно новые геосистемы — антропогенные (отвалы, карьеры, овраги и др.) (рис. 35) и оказывает влияние на почву, биоту, водный и тепловой режимы. Антропогенные геосистемы изменяются по законам природы, но скорость их трансформации превосходит темпы изменений, происходящих в естественных условиях, так как воздействие человека изменило условия поступления или расхода вещества и энергии, что повлияло на интенсивность природных процессов.



*Рис. 35. Карьер Сорского медно-молибденового месторождения – антропогенный промышленный ландшафт*

Технические сооружения интенсивно обмениваются веществом и энергией с окружающей их средой. Наиболее активные изменения в зоне влияния технических сооружений в геосистемах происходят в пер-

вые годы (годы резких изменений исходных состояний) их эксплуатации. Затем идет период изменений наиболее инертных компонентов геосистем. Далее скорость изменений в геосистеме замедляется, трансформация продолжается, но темпы ее постепенно приближаются к естественному фону. В результате в геосистеме устанавливается новое устойчивое состояние. Минимальное время перестройки геосистем длится 10-15 лет.

Зоны влияния технической системы определяют по ареалам распространения преобразованного компонента геосистемы. Отчетливо эти зоны выделяются в местах размещения водохранилищ, осушительных систем, каналов, перерабатывающих предприятий и т.д. На территории производственного воздействия сильно преобразуется вертикальная и горизонтальная структура геосистем, разрушается и смывается почвенный покров, геосистемы загрязняются, угнетаются, повреждаются и уничтожается биота. Поэтому, природные ландшафты при воздействии человека изменяются существенно или коренным образом (рис. 36).



*Рис. 36. Коренные изменения горного лесного ландшафта при добычи мрамора, Кибик-Кордонское месторождение, Западный Саян*

Измененную антропогенной деятельностью геосистему нужно рассматривать как особую техноприродную систему, в которую встроены техногенные, инородные для природы блоки: здания, сооружения, коммуникации и т.п. В такой системе техногенные и природные блоки функционируют, подчиняясь природным законам. Вместе с тем надо рассматривать и взаимодействие техногенных блоков, их зависимость от

социально-экономических условий, например в отношении собственности: земля принадлежит одному субъекту, а сооружения, построенные на ней, – другому.

Устойчивость техноприродных систем вступает в противоречие с устойчивостью измененной природной системы. Если природная система старается возвратиться в «первобытное» состояние, то человек заинтересован в устойчивости техноприродных систем. Критерии устойчивости в обоих случаях противоположны. Если зарастание пашни служит критерием устойчивости геосистемы как природного образования, то этот же процесс рассматривают как свидетельство неустойчивости уже техноприродной системы, назначение которой — поддерживать заданные свойства пашни для получения требуемого урожая определенных культур. Таким образом, устойчивость техноприродной системы вместе с встроенным в нее техногенным блоком определяется как способность выполнять заданную социально-экономическую функцию.

Измененные человеком геосистемы, как правило, менее устойчивы, чем первичные, поскольку естественный механизм саморегулирования в них нарушен. Поэтому экстремальные отклонения параметров внешней среды, которые гасятся в естественной геосистеме, могут оказаться разрушительными для антропогенной модификации: один заморозок может погубить культурную растительность, пыльная буря за несколько дней может разрушить почвенный слой на распаханной территории.

Техногенный блок природно-технических систем менее устойчив и может существовать только при постоянной поддержке человеком.

#### **6.4. Ландшафты, измененные в результате хозяйственной деятельности человека**

В настоящее время на Земле остались немногие территории, не измененные деятельностью человека. Это преимущественно области высоких широт и высокогорий, лежащих в нивальной зоне. Все остальные ландшафты суши изменены человеком в большей или меньшей степени. Антропогенные воздействия прямо или косвенно изменяют многие природные процессы: теплового баланса, влагооборота, биологического и геохимического круговорота, перемещения материала.

*Изменения литогенной основы* могут быть связаны с прямым или косвенным воздействием человека: добыча полезных ископаемых, земляные работы. Образуются карьеры, выемки, отвалы пустой породы, терриконы и другие техногенные формы рельефа, которые способствуют обвалам, осыпям, оползням, размывам, развеиванию, просадкам, провалам (рис. 37). Образовавшиеся формы рельефа формируют новые

природные комплексы, перемещение пород нарушает естественный режим поверхностных, почвенных, грунтовых вод, возможно образование поверхностных водоемов, заболачивание территории. Сведение традиционного растительного покрова, распашка земель, выпас скота приводят к эрозии и смыву земель, образуются вторичные формы рельефа (овраги, балки, промоины и т. д.). Ежегодно эрозия и дефляция выносят из ландшафтов суши миллиарды тонн гумусовых частиц. Эти процессы, как правило, необратимы.



*Рис. 37. Туимский провал на медном месторождении Киялых-Узень, Республика Хакасия*

*Изменения условий поверхностного, внутрипочвенного, грунтового стока оказывают влияние на влагооборот ландшафта. Воздействуя на физические факторы режимов стока рек, искусственное регулирование стока и русл рек за многолетний период изменяет водный баланс водосбора. Преобразование составляющих водного баланса на водосборе изменяет функционирование всех сопряженных с ним геосистем. застройка территорий, искусственное покрытие, изменение инфильтрационной и фильтрационной способности почв, условий поверхностного стока, запасов влаги и других факторов изменяют водный баланс и влагооборот ландшафта.*

*Замещение естественных биоценозов искусственными* снижает общую биологическую продуктивность, обедняет почвы, снижает интенсивность биологического круговорота веществ. В тундре, лесах, степях, пустыне сведение растительного покрова сопровождается разрушением почвенной структуры, изменением условий почвообразования, истощением, смывом и развеиванием почв (рис. 38). Культурные растения ежегодно выносят из почвы сотни миллионов тонн азота, фосфора, калия, кальция, зольных элементов. С полей с эродированными почвами азота, фосфора и калия смывается в 100 раз больше, чем вносится с удобрениями. Внесение удобрений не восполняет всех потерь.



*Рис. 38. Эрозионная промоина на пашне*

В процессе хозяйственной деятельности человека *в геохимический круговорот вовлекается много соединений*, самостоятельно не существующих в природе. Большая часть их — это отходы производства (рис. 39), использованные изделия, результаты хозяйственной деятельности: удобрения, гербициды, пестициды, отбросы и др. В атмосферу попадают минеральные частицы при развеивании отвалов, газы (углекислый газ, окись углерода) от сжигания на промышленных предприятиях топлива, от двигателей внутреннего сгорания (оксиды углерода, сернистый ангидрид) при сжигании нефти и угля (окислы азота, углеводороды). Твердые продукты сгорания топлива (копоть, сажа), пыль, радиоактивные выбросы распространяются на тысячи километров, попадают в почву, поверхностные и грунтовые воды, в питательные цепи. Накопление или удаление элементов, участвующих в геохимическом круговоро-

те в геосистемах, зависит от климатических условий ландшафта. Растительность в геохимическом круговороте может играть роль буфера или захватывающего концентратора.



*Рис. 39. Пыление на хвостохранилище Сорского медно-молибденового месторождения, Республика Хакасия*

Хозяйственная деятельность человека приводит к непреднамеренному изменению теплового баланса. Сюда относятся: поступление тепла в атмосферу при сжигании топлива, парниковый эффект при увеличении концентрации углекислого газа в атмосфере, повышение содержания аэрозолей в атмосфере, изменение отражательных характеристик деятельной поверхности и т. п. Перечисленные воздействия вызывают нагрев атмосферы и тем самым приводят к необратимым изменениям в природе.

По степени изменения ландшафты подразделяют.

1) *Условно неизменные*, которые не подвергались непосредственному хозяйственному использованию и воздействию. В этих ландшафтах можно обнаружить лишь слабые следы косвенного воздействия, например осаждение техногенных выбросов из атмосферы в нетронутой тайге, в высокогорьях, в Арктике, Антарктике.

2) *Слабоизмененные*, подвергающиеся преимущественно экстенсивному хозяйственному воздействию (охота, рыбная ловля, выборочная рубка леса), которое частично затронуло отдельные «вторичные» компоненты ландшафта (растительный покров, фауна), но основные природные связи при этом не нарушены и изменения носят обратимый

характер (рис. 40). К таким ландшафтам относят: тундровые, таежные, пустынные, экваториальные.



*Рис. 40. Зарастающая гарь в темнохвойной тайге, Западный Саян*

3) *Среднеизмененные* ландшафты, в которых необратимая трансформация затронула некоторые компоненты, особенно растительный и почвенный покров (сводка леса, широкомасштабная распашка), в результате чего изменяется структура водного и частично теплового баланса (рис. 41).



*Рис. 41. Широкомасштабная распашка в степной ландшафтной зоне, Республика Хакасия*

4) *Сильноизмененные (нарушенные)* ландшафты, которые подверглись интенсивному воздействию, затронувшему почти все компоненты (растительность, почвы, воды и даже твердые массы твердой земной коры), что привело к существенному нарушению структуры, часто необратимому (рис. 42). Это главным образом южно-таежные, лесостепные, степные, сухостепные ландшафты, в которых наблюдаются обезлесивание, эрозия, засоление, подтопление, загрязнение атмосферы, вод и почв.



*Рис. 42. Горный лесной ландшафт, нарушенный антропогенной деятельностью. Кучное выщелачивание золота на месторождении Чазы-Гол, Республика Хакасия*

5) *Культурные* ландшафты, в которых структура рационально изменена и оптимизирована на научной основе, в интересах общества и природы — это ландшафты будущего.

### **6.5. Культурные ландшафты**

Понятие «культурный ландшафт» включает в себя как минимум три толкования (Казаков, 2007):

- 1) это некий исторический или пространственный этнокультурный срез, запечатленный в ландшафте;
- 2) это архитектурно-художественное произведение, образно представленное в садово-парковых и дворцовых ландшафтно-архитектурных ансамблях;

3) это культурно-производственное образование, подчеркивающее специфику хозяйственной деятельности, уровень развития общества, соответственно культуру производства и целенаправленность трансформации природы.

В целом 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 противоречат 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 энергетических ресурсов 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 почвы, 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.

Некоторые ученые и специалисты представляют себе будущую среду обитания человечества в виде некоторой сплошной природно-технической системы, насыщенной техническими устройствами, в которой природные элементы будут сохранены лишь частично или в виде «сплошного города необычной застройки» (Ф. Н. Мильков, 1973). Более обоснована идея В. Б. Сочавы — сотворчества с природой, под которым он понимал «развитие потенциальных сил природы, активизацию природных процессов, увеличение продуктивности геосистем...» (В.Б. Сочава, 1978). Даже в интенсивно эксплуатируемых ландшафтах природа

должна проявляться в полной мере, действуя в союзе с природой, можно добиться больших успехов, нежели пытаясь «покорить» ее.

Нельзя стремиться превратить все ландшафты в культурные. Так, таежные ландшафты или ландшафты тропических лесов еще долгое время должны быть природными фабриками кислорода, местом обитания животных и растений, регуляторами водного режима, наконец, запасами древесины и других ресурсов для будущих поколений.

Поэтому взаимодействие человека и окружающих ландшафтов должно идти по нескольким направлениям.

Во-первых, за многими, особенно условно неизменными и слабоизменными, ландшафтами требуется уход: уменьшение загрязнения за счет сокращения техногенных выбросов в атмосферу, противопожарные мероприятия, борьба с вредителями и болезнями, санитарные рубки леса, регулирование (ограничение) хозяйственной деятельности. Это относится к тундровым, слабоосвоенным таежным, полупустынным и пустынным ландшафтам.

Во-вторых, взаимоотношения человека и ландшафта — это консервация некоторых ландшафтов, т.е. организация заповедников, природных и национальных парков, прежде всего для сохранения генофонда растений и животных, а также в рекреационных, оздоровительных, культурных, водоохраных, почвозащитных, санитарных целях. Хотя это можно осуществить на относительно небольших территориях, но это имеет очень большое значение, в том числе и воспитательное.

В-третьих, оптимизация средне- и сильноизмененных (нарушенных) ландшафтов с целью превращения их в культурные.

Для функционирования ландшафта при преобразовании его в культурный необходимо соблюдать следующие требования (Голованов, 2005).

1. Культурный ландшафт не должен быть однообразным, 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.

2. В культурном ландшафте не должно быть антропогенных пустошей, заброшенных карьеров, отвалов, свалок, служащих источниками загрязнения, все они должны быть рекультивированы.

3. При организации территории следует стремиться к увеличению площади под растительным покровом, среди которых обязательно должны быть травы; рекультивируемые площади желательно занимать

древесными насаждениями, устраивать природоохранные зоны в виде древесно-кустарниковых полос.

4. На части культурного ландшафта желательно экстенсивное приспособительное использование земель, при разумном уходе за лесами, естественными лугами, пастбищами и даже болотами (особенно верховыми) с них можно получать продукцию, полезную для человека, и это будет способствовать охране природы.

5. Культурный ландшафт должен иметь охраняемые территории, на которых могут быть расположены заповедники, природные резерваты, заказники разного назначения (в том числе и охотничьи), а также редкие или интересные природные объекты: водопады, формы рельефа, геологические обнажения, уцелевшие остатки коренных растительных сообществ и т. п. Хорошо сочетаются природоохранные, рекреационные, культурно-воспитательные и экономические функции ландшафта в национальных и природных парках.

6. При организации территории ландшафта необходимо учитывать горизонтальные связи между его составляющими, направление потоков веществ и их интенсивность, что очень важно при размещении промышленных предприятий, жилых кварталов, зеленых зон, водоемов, участков пашни при расчлененном рельефе.

7. На территории культурного ландшафта должен быть выполнен комплекс работ по улучшению, восстановлению и облагораживанию гидрографической сети: восстановление малых рек, создание водоемов, регулирование поверхностного и подземного стока, улучшение качества поверхностных и подземных вод.

8. Создание культурного ландшафта завершают его внешним благоустройством — рекультивация земель, рациональное размещение угодий, создание природоохранных зон, а также удачное вписывание в ландшафт различных сооружений (это предмет ландшафтной архитектуры).

В создании культурного ландшафта главное значение отводят научной организации его территории, предусматривают оптимальное число угодий различного назначения, рациональное соотношение их площадей, взаимное расположение, форму и размеры, режим использования, меры охраны.

Эти решения определяются, с одной стороны, социальным заказом, а с другой – строением самого ландшафта и тем наследием, которое оставила предшествующая хозяйственная деятельность. Причем следует иметь в виду, что интересы экономики и охраны природы не всегда совпадают и нужно искать компромисс, отдавая предпочтение сохранению природы. Часто вступают в противоречие и интересы различных отрас-

лей производства. Например, при создании водохранилищ повсеместно возникает конфликт между интересами гидроэнергетики, сельского хозяйства, рыболовства. Особенно сложная ситуация складывается в густонаселенных давно освоенных районах с напряженным земельным балансом, где нужны резервные территории для развития поселений, коммуникаций, оздоровительных и природоохранных зон.

### **6.6. Охрана ландшафтов**

При любом виде человеческой деятельности должны соблюдаться общие принципы охраны природы. При проектировании природно-технических систем учитывают общие геосистемные принципы, свойства геосистем как целостных, сложных образований. Общие природоохранные принципы включают.

*Охрану ландшафта.* Ландшафт является основным объектом, с помощью которого происходит удовлетворение потребностей общества; охрана ландшафтов — задача оптимизационная, так как осуществляется поиск пути оптимального использования ландшафта, заключающийся в определении цели использования, переборе возможных вариантов использования, выборе природных и социально-экономических ограничений, в зависимости от вида использования.

*Охрану природы.* Любые инженерные сооружения или технологические процессы должны обеспечить сохранение средо- и ресурсовоспроизводящей способности ландшафтов. Природоохранные мероприятия должны распространяться повсеместно. Это вытекает из положения о всеобщей связи явлений в природе и обществе. Приоритет отдается мероприятиям, предупреждающим, во-первых, возникновение негативных последствий, так как легче предупредить, чем устранить последствия, а во-вторых — цепной характер изменений может быть необратимым.

Геосистемные принципы проектирования направлены на геоэкологическое проектирование. Проектирование пространственной природно-технической системы – не простое вписывание сооружений и технологий в природу, оно носит геоэкологическое выражение системного подхода по использованию и охране природных ландшафтов и природно-технических систем. Технологию предприятия рассматривают в момент проектирования во взаимосвязи с состоянием всех компонентов ландшафта (почвы, воды, биоты и т. д.), которая должна предусматривать любые изменения этих компонентов. Проектируют не только геотехническую систему в одном состоянии, но и режим ее функционирования и управления с учетом последовательной смены природных процессов и состояний ландшафта, изменчивости и устойчивости его свойств. Система природоохранных мероприятий включает комплекс-

ный контроль за воздействиями, состоянием и изменениями характеристик в природных комплексах, социально-экономическими изменениями, их сопоставление с нормативами и стандартами.

### **6.7. Восстановление нарушенных ландшафтов**

Природно-антропогенные ландшафты условно разделяют на слабо- и сильнонарушенные.

В слабонарушенных ландшафтах происходят количественные изменения природных компонентов, но они не приводят к разрушению его структуры. Таким ландшафтам не требуется искусственного восстановления. Простое снижение антропогенной нагрузки возвратит его в исходное или близкое к нему состояние за счет процессов саморегулирования и самовосстановления.

В сильнонарушенных ландшафтах изменяется литогенная основа (при изъятии минерального сырья, строительных работах, прокладке крупных магистралей и др.). Возникают новые техногенные формы поверхности – выработки торфа, карьеры, отвалы, траншеи, отстойники и «хвостохранилища», трассы трубопроводов, каналы, площадки буровых скважин, деформированные участки шахтных полей и т.п.

Техногенные ландшафты, образовавшиеся на месте нарушенных земель, как правило, не способны к восстановлению. Если же эта способность сохраняется, то восстановление естественным путем может продолжаться десятки и даже сотни лет.

В этих условиях возникает необходимость в *рекультивации ландшафтов* – проведении комплекса организационных, инженерно-технических и биологических мероприятий, направленных на восстановление хозяйственной (производственной), медико-биологической и эстетической ценности нарушенных ландшафтов. При этом может ставиться задача не только восстановления прежнего потенциала ландшафта, его исходной биологической и сельскохозяйственной продуктивности, но и создания оптимального природно-антропогенного комплекса, успешно выполняющего ресурсовоспроизводящие, средовоспроизводящие и природоохранные функции.

Рекультивацию нарушенных ландшафтов проводят для разных целей:

- а) сельскохозяйственное использование – создание на нарушенных землях пахотных угодий, садов, лугов, пастбищ;
- б) создание лесных насаждений – водоохранные и почвозащитные леса, лесопарки рекреационного назначения;
- в) сооружение водоемов – водохранилища, пруды для разведения рыбы, водоемы для купания и др.;

г) жилищное и промышленное строительство.

Часто эти направления взаимосвязаны и осуществляются одновременно в процессе восстановления нарушенных ландшафтов. Объектом рекультивации выступают прежде всего горно-промышленные ландшафты, а также земли, нарушенные мелиоративным строительством и малопродуктивные эродированные земли, относящиеся к сельскохозяйственным антропогенным ландшафтам.

Рекультивацию земель обычно осуществляют в три основных этапа (Емельянов, 2006).

*Первый этап – подготовительный* – включает обследование и типизацию нарушенных земель, изучение особенностей их природных условий (геологическое строение, состав пород, пригодность их к биологической рекультивации и другим видам использования, прогноз динамики гидрогеологических условий), определение направления последующего использования земель, составление технико-экономического обоснования, рабочих проектов и планов.

*Второй этап – горнотехнический* – включает мероприятия, направленные на подготовку территории к дальнейшему использованию. Сюда входят планировка поверхности с формированием более пригодных для хозяйственного освоения форм рельефа и слагающих их грунтов, строительство подъездных путей, мелиоративных сооружений, укладка на выровненную поверхность плодородного слоя почвы мощностью 0,3-0,5 м для сельскохозяйственного и лесохозяйственного использования.

*Третий, биологический, этап* – это комплекс мероприятий сельскохозяйственного, лесохозяйственного, рыбохозяйственного и других направлений по восстановлению плодородия почв и продуктивности ландшафта. Он объединяет обработку нанесенного слоя почвы, внесение удобрений, посев сельскохозяйственных культур, создание лесонасаждений, зарыбление водоемов (в случае рыбохозяйственного освоения нарушенных ландшафтов).

Кроме основных этапов рекультивации выделяют ландшафтный, который следует за биологическим, охватывает период «вживания» созданной геотехнической системы в ландшафт. Этот период длится не менее 15 лет.

Рекультивация не только восстанавливает нарушенные ландшафты, но и позволяет создать на их месте культурные ландшафты, в которых структура рационально изменена и оптимизирована на научной основе в интересах общества, с высокой производительностью, экономической эффективностью, отсутствием негативных процессов природного и техногенного происхождения (рис. 43).



*Рис. 43. Рекультивированный отвал с посадками облепихи на Черногорском угольном разрезе, Республика Хакасия*

Рекультивация нарушенных земель требует больших материальных затрат и времени. Поэтому необходимо четко продумать весь цикл предстоящих работ, собрать информацию и спрогнозировать наиболее оптимальную модель будущего ландшафта.

Экономическую эффективность рекультивации обычно определяют отношением результата восстановительных работ к общим затратам на их проведение. При этом необходимо учитывать хозяйственную пользу (годовую прибыль, получаемую с восстановленной площади), социально-экологический эффект (дополнительную прибыль, получаемую за счет улучшения условий жизнедеятельности населения в связи с рекультивацией), природоохранный результат (устранение ущерба, причиняемого нарушенными землями окружающей среде).

Максимальные затраты связаны с сельскохозяйственным использованием рекультивированных ландшафтов. Удельная стоимость рекультивации лесохозяйственного назначения дешевле в 2-3 раза.

Наиболее капиталоемким является горнотехнический этап восстановительных работ.

## 7. Классификации природно-антропогенных ландшафтов

Группировка исследуемых объектов и явлений по определенным признакам, их типизация и классификация позволяют лучше понять множество их разных свойств.

### 7.1. Принципы классификации природно-антропогенных ландшафтов

Учитывая большую роль в организации и функционировании природно-антропогенных ландшафтов производственного фактора, их часто классифицируют по хозяйственной ориентации, уровню развития общества, совершенству и технологической специфике производства. В связи с тем, что во многих природно-антропогенных ландшафтах жизнедеятельность человека может приводить к полному изъятию или разрушению одного или нескольких системных компонентов ландшафта, их классифицируют по тем блокам, которые подвергаются максимальным воздействиям (земледельческие, водохозяйственные и пр.).

Сама хозяйственная деятельность и ее влияние на природу также зависят от свойств природных ландшафтов. Поэтому природно-антропогенные ландшафты, как и природные геосистемы, изменяются в соответствии с закономерностями широтной зональности, секторности, тектонико-геоморфологическими, структурно-литологическими особенностями территории. Хозяйственная специфика и зонально-региональные природные особенности территорий, накладываясь друг на друга, определяют многообразие природно-антропогенных ландшафтов и отражаются в их классификациях (например, сельскохозяйственные ландшафты таежной зоны или степного пояса).

Природно-антропогенные ландшафты могут формироваться под влиянием не только производственно-технологических, но и взаимосвязанных природно-региональных, социальных, этнокультурных и экологических факторов. Соответственно в зависимости от принятия за ведущие тех или иных факторов возможны различные классификации природно-антропогенных ландшафтов.

В качестве примеров можно привести несколько классификационных схем природно-антропогенных ландшафтов (по Л.К. Казакову, 2007), основанных на разных принципах их построения и признаках систем природопользования с соответствующими им трансформациями природы.

По *региональному признаку традиционных типов и видов природопользования* выделяются природно-антропогенные ландшафты:

- северных регионов (оленоводческие, промыслово-охотничьи, лесохозяйственные таежные);
- горные (отгонного скотоводства, горного земледелия и др.);
- аридных зон (отгонного или кочевого скотоводства, поливного земледелия);
- рисоводческие, чаеводческие и другие Южной и Юго-Восточной Азии;
- экваториальных и субэкваториальных зон с плантациями масличных пальм, каучуконосов, кофе и какао.

По *типам природопользования* выделяются природно-антропогенные ландшафты:

- собирательские – а) ландшафты, используемые как естественные уголья, слабо трансформированные, где частично изымаются те или иные возобновляемые природные ресурсы (различные промысловые, сенокосные, рекреационные и др.); б) промышленно-сырьевые ландшафты (горнодобывающие, лесозаготовительные, водохозяйственные и др.), где природные ресурсы, в том числе невозобновимые или медленно возобновляемые, изымаются и заготавливаются как сырье или технологический ресурс в промышленных масштабах, а природные ландшафты, изменяясь, часто деградируют;

- производственные (производящие) – сельскохозяйственные (земледельческие, скотоводческие), промышленные (перерабатывающих производств), лесохозяйственные (культурного лесоводства и лесопользования), энергопроизводственные и др.;

- местопользовательские – селитебные, транспортные, рекреационные;

- природоохранные.

*Ресурсно-компонентная классификация* природно-антропогенных ландшафтов:

- водохозяйственные;
- земледельческие;
- пастбищные;
- лесохозяйственные;
- охотничьих угодий;
- горнодобывающих производств и др.

*Экологические классификации:*

- по степени нарушенности (сильно, слабо и др.);
- по форме или направленности нарушений (вырубки, пашни, застроенные, карьерно-отвалы горнорудных разработок, загрязненные, золо- и шламохранилища, эродированные и др.);

- природоулучшающей или восстанавливающей ориентации (мелиорированные, рекультивированные, самовосстанавливающиеся и др.);
- природоохранной специфики (водоохранные, заказники, заповедники и др.).

Существует и множество других классификаций природно-антропогенных ландшафтов. В основе выделения их категорий и таксонов могут также лежать другие разнообразные показатели воздействий и свойств природно-антропогенных ландшафтов (направленность и типы изменений природы, типы освоения природы, земель и прочее), в том числе и количественные показатели (например, степень окультуренности ландшафтов – 10, 30, 60% площади).

Представленные классификации дают самые общие схемы возможной дифференциации и группировки природно-антропогенных ландшафтов. В них часто отсутствуют количественные, а иногда и четкие качественные показатели, позволяющие представить, что такое сильно, слабо и т.д. нарушенные ландшафты, а также природную или хозяйственную специфику природно-антропогенного ландшафта, определяющие образное их восприятие. При использовании таких классификаций для анализа и характеристики природно-антропогенных ландшафтов конкретных территорий разные исследователи могут в зависимости от своих представлений вкладывать в каждый таксон несколько разное содержание, использовать разные критерии для его выделения. В результате получающиеся у разных авторов классификационные схемы будут, заметно различаясь, в значительной степени субъективными (индивидуальными) или местными (локальными). В связи с этим в настоящее время существует проблема классификации и типологии природно-антропогенных ландшафтов на основе конкретных качественных и количественных показателей.

## **7.2. Типология природно-антропогенных ландшафтов в соответствии с их производственной спецификой**

При характеристике наиболее типичных природно-антропогенных ландшафтов, формирующихся под влиянием основных форм организации хозяйственной деятельности и ее производственной ориентации, Л.К. Казаковым (2007) используются комплексные показатели.

*Примитивные природно-антропогенные ландшафты* характеризуются незначительными изменениями в них фито- и зоомассы (рис. 44). Населяющие их аборигены, используя ландшафты как естественные уголья, собирают (изымают) часть различных возобновляемых биоресурсов: съедобные растения, мед, охотятся и ловят рыбу, используют древесные растения для приготовления пищи и строительства жилья.

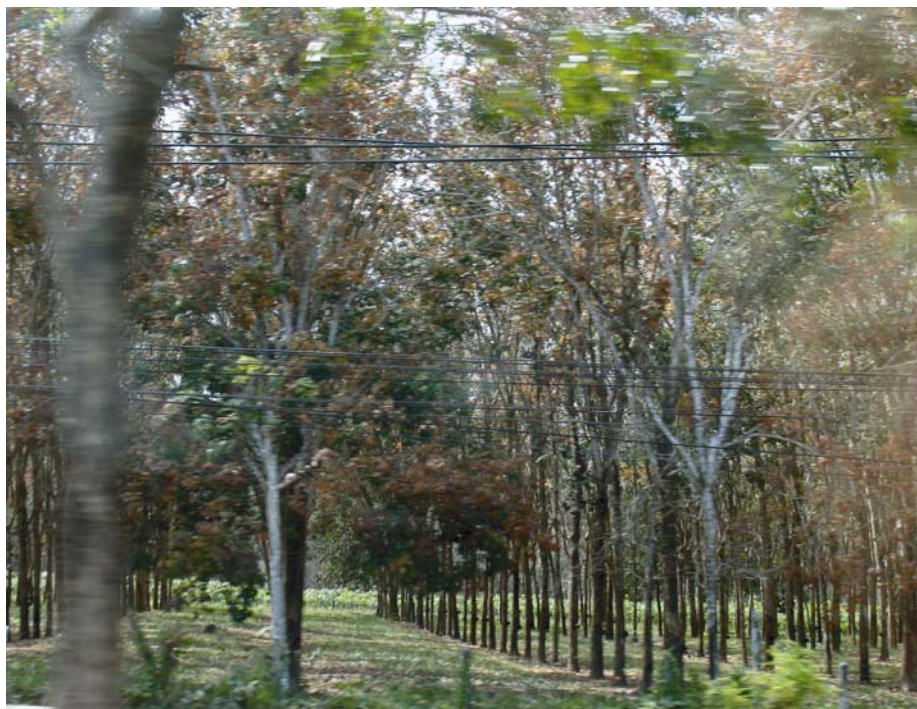
Такие ландшафты соответствуют уровню развития и организации примитивного хозяйства присваивающего типа. Они существуют на Земле со времени возникновения человечества, по мере его расселения они расширяли свой ареал. В настоящее время примитивные собирательские ландшафты встречаются в отдельных районах с очень малой плотностью населения и относительно высокой биопродуктивностью естественных экосистем (влажные экваториальные и тропические леса, реже в тайге).



Рис. 44. Примитивный ландшафт – поселение в Нигерии

*Лесотехнические (лесохозяйственные или лесопользовательские) ландшафты* объединяют участки площадных лесопосадок, вырубке лесов (ландшафты лесоразработок), лесные плантации и лесозащитные полосы, находящиеся за пределами населенных пунктов и промышленных ландшафтов (рис. 45).

Они характеризуются изъятием части наземной фитомассы, запасенной в стволах, реже – в ветвях деревьев. В тоже время при вырубке страдают и верхние слои почвы, подстилка, травянистый ярус и животный мир. На самозарастающих вырубках близкий к естественному почвенный покров восстанавливается за 150-300 лет, а время полного цикла первичной сукцессии в подтаежных ландшафтах колеблется в среднем от 250 до 500 лет. Лесотехнические ландшафты начали формироваться в основном при переходе человечества к оседлому производящему типу хозяйства одновременно с появлением полевых и пастбищных ландшафтов.



*Рис. 45. Плантации каучуконоса (гевеи бразильской) в Таиланде – лесотехнический ландшафт*

Среди данной группы ландшафтов выделяются: 1) лесопользовательские ландшафты присваивающего типа, используемые как естественные угодья для выпаса скота, ограниченной заготовки строительной древесины и дров для местных нужд при малой плотности населения, для сбора ягод, грибов и рекреации; 2) лесохозяйственные ландшафты товарной ориентации присваивающего и производящего типов.

Лесохозяйственные ландшафты присваивающего типа формируются в районах, где товарная древесина на вывоз заготавливается по экстенсивному лесохозяйственному циклу. При вырубке леса часто не учитывается естественное самовозобновление леса. В таких районах формируются ландшафты с преобладанием вторичных мелколиственных лесов, чередующихся с большими на разных стадиях зарастания вырубками, а также временными поселениями и неустойчивой сетью грунтовых вод (рис. 46). Лесохозяйственные ландшафты производящего типа характеризуются чередованием вырубок и плантаций разновозрастных посадок заготавливаемых пород деревьев с ценной древесиной (хвойных и др.). Кроме того, подобные ландшафты могут включать в себя питомники выращиваемых древесных пород, деревоперерабатывающие комплексы полного и неполного циклов, а также постоянные поселения с устойчивой сетью дорог и других коммуникаций. Такие лесохозяйственные комплексы относятся к культурным ландшафтам.



Рис. 46. Беспорядочная вырубка леса – лесохозяйственный ландшафт

В лесотехнических ландшафтах кроме техногенной миграции химических элементов продолжает существовать и биологический круговорот химических элементов, зависящий от состава растительных сообществ. Выделяют ландшафты хвойных, лиственных и смешанных насаждений.

Большинство лесотехнических ландшафтов может постепенно переходить в ландшафты обычных лесов.

К *сельскохозяйственным ландшафтам* относятся земельные участки, используемые в животноводстве (различные помещения и прилегающая территория, выгоны, пастбища, сенокосы, зоны утилизации отходов и т.д.) и растениеводстве (сады, виноградники, чайные и ягодные плантации и т.д.). Во всех этих ландшафтах преобладает техногенная миграция элементов, но продолжает существовать биологический круговорот химических элементов, и его роль иногда достаточно велика.

Всю группу сельскохозяйственных ландшафтов можно разделить на земледельческие и животноводческие (скотоводческие) агроландшафты.

*Земледельческие агроландшафты* – это наиболее древние культурные ландшафты, созданные производящей хозяйственной деятельностью. Для них характерны чередования или различные сочетания пахотных угодий (сельскохозяйственных полей) (рис. 47), разделенных травяными (иногда с кустарником) межами, огородов, садов, разных типов мелиоративных природно-хозяйственных систем, природных или близких к ним ландшафтных комплексов, а также инженерных вспомо-

гательных сооружений, в том числе коммуникаций и селитебных комплексов. Наиболее существенные изменения в сельскохозяйственных ландшафтах происходят в почвенном и растительном покрове. Разнообразная естественная растительность меняется на несколько видов агрокультур, почвы разрыхляются, верхние почвенные горизонты перемешиваются.



*Рис. 47. Сельскохозяйственное поле – земледельческий агроландшафт*

Техногенная миграция в сельскохозяйственных ландшафтах характеризуется следующими особенностями.

1. Ежегодно с 1га с урожаем выносятся 2000-52000 кг различных химических элементов.
2. В ландшафты техногенным путем в год вносится до 600 кг/га элементов в минеральной форме (азот, фосфор, калий, бор, марганец, молибден и медь).
3. Среди постоянно выносимых химических элементов резко преобладают биофильные (кислород, калий, азот, фосфор, калий, магний, кремний, сера и др.).
4. Верхний горизонт почв подвергается постоянному техногенному механическому перемешиванию.

В результате уменьшения естественного разнообразия растительности и сильной разомкнутости биогеохимического круговорота агроландшафтов (вывоз элементов с урожаем) в земледельческих агроландшафтах резко обедняется и меняется животное население, а без внесения органики снижается содержание гумуса в почве.

*Животноводческие (скотоводческие) агроландшафты* являются первыми ландшафтами производящего класса. Среди них выделяются пастбищные, сенокосные и фермерские природно-антропогенные ландшафты, различающиеся организацией и спецификой хозяйственного использования. Наиболее значительное место среди них принадлежит пастбищным ландшафтам. Они характеризуются частичной заменой в ландшафтах естественных животных на одомашненных, в основном травоядных. Умеренные нагрузки травоядных животных на пастбища увеличивают биопродуктивность угодий, однако при выпасе больших стад нарушается не только растительный покров, но часто и почвы.

В настоящее время выделяются три подтипа пастбищных ландшафтов:

1) культурных пастбищ вокруг ферм, с сеянными, часто орошаемыми и удобряемыми лугами, на которых в определенной последовательности выпасается скот, заготавливается сено и «зеленая масса»;

2) преимущественно диких пастбищ (лугов и лесолугов), иногда чередующихся с сеянными лугами и сенокосами, где в теплый сезон выпасается скот и заготавливается на зиму сено;

3) отгонно-пастбищных ландшафтов кочевого животноводства, развитого в аридных, северных (тундра и лесотундра) (рис. 48) и горных районах с экстремальными гидротермическими условиями, низкой и резко меняющейся по сезонам биопродуктивностью; такой тип животноводства характеризуется сезонными циклами миграции стад животных на большие расстояния.



*Рис. 48. Пасущееся стадо северных оленей в тундре*

К ландшафтам населенных пунктов (селитебным ландшафтам) относятся населенные пункты с комплексами жилых зданий, приусадебных участков, городских промышленных предприятий, зон отдыха и рекреации (сады, скверы, парки и др.), зон сбора и утилизации бытовых и промышленных отходов. Отдельные части этих ландшафтов имеют много общего с другими группами техногенных ландшафтов.

Наиболее ярко выраженным из них является городской ландшафт (рис. 49) – это относительно обособленная территориальная природно-хозяйственная система, ориентированная на компактное проживание и производственную деятельность значительного числа людей, позволяющая им удовлетворять основные материальные и духовные потребности. В совокупности города и промышленно-транспортные системы занимают около 4% площади суши, однако они формируют вокруг себя громадные поля теплового, химического загрязнения, других антропогенных нагрузок, где широко представлены различные маргинальные природно-антропогенные ландшафты (по-разному измененные геосистемы периферийных зон побочного влияния хозяйственной деятельности на прилегающие территории).



*Рис. 49. Бангкок – одна из крупнейших городских агломераций мира*

Ландшафты населенных пунктов обладают целым рядом присущих только им особенностей, которые определяют ход миграции элементов в этих ландшафтах.

Так, ландшафты населенных пунктов отличаются от окружающих повышенным количеством грунтовых вод на единицу площади (полив

улиц, парков, аварийный прорыв вод, уменьшение площади испарения и пр.), их составом и мозаичностью.

Существенно отличаются почвы городских ландшафтов. Так, в старых городах первичных почв практически нет, а современные почвы представляют собой смесь привезенных почв с промышленным, бытовым и строительным мусором. Содержание в них некоторых элементов (в том числе и токсичных тяжелых металлов) часто повышены и распределены мозаично. Повышенное содержание некоторых элементов (тяжелые металлы, сера, пыль, зола и пр.) зависит также от количества и состава загрязняющих веществ, поступающих из подземных и поверхностных вод, из атмосферы и путем простого механического перемещения загрязняющих веществ из зон их концентрации.

От соседних ландшафтов также отличается городская растительность, характеризующаяся максимальной выживаемостью в ландшафтно-геохимических условиях населенных пунктов.

Приземная атмосфера содержит повышенное количество угарного газа, соединений серы, азота, аэрозолей и пр.

В целом, селитебный ландшафт, как единое целое, существенно отличается не только от соседних или от ранее существовавших на его месте биогенных ландшафтов, но и от всех техногенных ландшафтов. Своеобразные условия миграции химических элементов в ландшафтах населенных пунктов привели к образованию специфического, характерного лишь для селитебных ландшафтов, состава почв, вод, растений и приземной атмосферы.

*Промышленные (техногенные) ландшафты* – это территориальные природно-хозяйственные системы, включающие в себя тесно взаимосвязанные промышленные подсистемы и модифицированные в соответствии с определенной технологией ландшафтные комплексы, представленные в виде природно-хозяйственных единств определенной территории. Промышленные ландшафты характеризуются существенными и разнообразными изменениями практически во всех природных компонентах геосистем (лито-, педо-, гидро-, биоконпонентов). Существенные изменения наблюдаются и в приземной атмосфере. Такие природно-антропогенные ландшафты формируются в процессе организации промышленной добычи природных ресурсов, прежде всего полезных ископаемых, в целях их дальнейшей переработки, а также под влиянием перерабатывающих, товарных производств.

К промышленным ландшафтам относятся территории, расположенные за пределами населенных пунктов и занятые промышленными предприятиями, карьерами и шахтами с постройками, а также отвалами горных пород у шахт, карьеров и обогатительных фабрик (рис. 50).



*Рис. 50. Промышленная зона Черногорского угольного разреза*

По особенностям миграции элементов промышленные ландшафты резко отличаются от всех биогенных ландшафтов.

Из таких ландшафтов основная часть элементов удаляется в форме самостоятельных минеральных видов или в форме техногенных соединений, часто не имеющих природных аналогов. В тоже время в эти ландшафты постоянно вносятся новые элементы за счет потерь при перегрузке сырья, производственных отходов и пр.

Отвалы горных пород и руд становятся основным источником элементов, поступающих в промышленные ландшафты в виде различных техногенных соединений или же в виде чистых металлов, необычных для существовавших ранее на этом месте биогенных ландшафтов. Кроме того часто содержания этих элементов в тысячи и миллионы раз превышают их концентрацию во всех частях ранее существовавших ландшафтов.

Промышленные ландшафты являются постоянными источниками различных соединений, вносимых в соседние ландшафты. Именно эти поступления обычно представляют собой основные вещества, загрязняющие окружающую среду. В зависимости от профиля производства (ландшафты машиностроительных предприятий, энергетических уста-

новок, угольных шахт, отвалов медных руд и т.д.) промышленные ландшафты будут отличаться друг от друга по комплексу элементов-загрязнителей.

Существует много видов промышленных ландшафтов (горнорудные, перерабатывающие, энергопроизводственные и др.). В процессе их строительства и функционирования значительно меняется морфология природных ландшафтов. Это связано с вырубкой леса, преобразованием мезорельефа и геологического строения геосистем на уровне местности и урочищ, созданием или уничтожением водных объектов, планированием, застройкой, изъятием из ландшафта того или иного ресурса, а также загрязнением территории. В результате изменяется облик и гидрологический режим ландшафта.

Выделяются два типа промышленных природно-антропогенных ландшафтов:

- 1) присваивающего типа, формирующиеся под влиянием ресурсодобывающих или изымающих отраслей промышленности;
- 2) производящего типа, формирующиеся на базе перерабатывающих отраслей промышленности.

Наиболее масштабно изменения в морфологическом облике территорий проявляются в промышленных ландшафтах присваивающего типа, например, с карьерно-отвальными комплексами горнодобывающих производств. Примерами могут быть природно-антропогенные ландшафты горнодобывающих угольных комплексов Кузбасса с множеством шахтных выработок, просадок земной поверхности над ними, пылящих, а иногда и дымящих терриконов; грядово-мелкохолмистые природно-антропогенные ландшафты с переработанными драгой аллювиальными отложениями россыпных месторождений золота по долинам рек и ручьев в Сибири (рис. 51); природно-антропогенные ландшафты нефтегазодобывающих районов Западной Сибири с отстойниками и полями разливов буровых растворов, скважинных вод, конденсата и нефти.

Промышленные ландшафты присваивающего типа кроме неблагоприятного внешнего облика имеют множество экологических проблем: усиление эрозионных процессов, изменение гидрологического режима территории и эколого-гигиенического состояния водоемов, загрязнение приземной атмосферы посредством пыления и горения (на угольных отвалах), загрязнение почвы углеводородами при нефтедобыче и прочее.

Промышленные ландшафты производящего типа формируются вокруг перерабатывающих производств. Среди ландшафтов этого типа выделяют территориальные природно-хозяйственные системы с высокоотходными предприятиями по первичной и вторичной переработке

сырья (обогащительных и выплавляющих металлургических или нефтехимических производственных комплексов). В этих ландшафтах наблюдаются наибольшие негативные изменения в облике естественных ландшафтов. Здесь кроме промышленных зон с сильно трансформированным рельефом, почвами и растительностью огромные площади занимают маргинальные значительно загрязненные с деградированной растительностью ландшафты (территории санитарно-защитных зон с поврежденной растительностью, свалки, золо- и шламоотвалы и прочее).



*Рис. 51. Природно-антропогенный промышленный ландшафт, формирующийся при разработке золотоносной россыпи на р. Андат, Республика Хакасия*

Менее ресурсоемкими и энергоемкими являются производящие территориальные природно-хозяйственные системы с предприятиями последующих стадий перерабатывающих производств (металлообработки, станко- и машиностроения, электроники). Это значительно менее отходные, соответственно, менее загрязняющие производства. Поэтому в таких промышленных ландшафтах значительно меньшие площади приходится на деградированные природно-антропогенные ландшафты. Характерными чертами промышленных ландшафтов с предприятиями высоких стадий переработки является плотная застройка инженерными сооружениями и большие площади с твердым покрытием, относительно резкие границы между элементами производственного, зеленого природно-экологического и селитебного каркасов территории. Такие про-

мышленные ландшафты с наибольшим основанием можно отнести к категории культурных ландшафтов.

Особой сложностью для анализа и оптимизации организационной структуры обладают крупные промышленные ландшафты на урбанизированных территориях. Они включают в себя разнообразные сочетания типично техногенных, городских или селитебных, рекреационных и лесохозяйственных природно-антропогенных ландшафтов, в том числе лесопарковых, санитарно-защитных, парковых и садовых лесонасаждений, а иногда и агроландшафты.

В процессе развития и совершенствования общества и общественного производства меняются и соответствующие им природно-хозяйственные ландшафты. В высокоразвитых странах господствуют промышленные ландшафты перерабатывающих производств второй, третьей и более высоких стадий переработки. В таких производствах и ландшафтах для получения высокотехнологичной продукции потребляется значительное количество интеллектуальных ресурсов, но относительно немного сырья и энергии. Поэтому они малоотходны и экологически безопасно сочетаются с культурными агроландшафтами и поселениями.

Таким образом, соотношение различных типов промышленных ландшафтов показывает уровень экономического и технологического развития страны, ее научно-производственную культуру и экологическое благополучие ее народа и природы.

Одной из характерных разновидностей техногенных ландшафтов являются *дорожные ландшафты*. К ним относятся автомобильные (грунтовые, с бетонным или асфальтовым покрытием) и железные дороги (государственного или местного значения) и сопровождающие их дренажные системы (рис. 52).



Рис. 52. Дорожный ландшафт – автодорога с асфальтовым покрытием

Зоны отчуждения вдоль дорог являются самостоятельными ландшафтами. Они могут относиться к природным (например, степи) или техногенным (сады) ландшафтам, испытывающим постоянную и своеобразную техногенную нагрузку. Дороги не имеют никаких природных аналогов и резко отличаются от пересекаемых ими природных и техногенных ландшафтов по набору химических элементов (соединений) и формам их нахождения, по морфологическим особенностям, по особенностям геохимической связи с соседними ландшафтами и по миграции элементов в пределах самого ландшафта. В геохимии ландшафтов основное внимание пока уделяется не самим дорожным ландшафтам, а их влиянию на соседние ландшафты.

К промышленным ландшафтам также относятся *ландшафты искусственных водоемов* – водохранилища, каналы и пруды.

Среди техногенных аквальных ландшафтов наибольшую площадь занимают водохранилища, по особенностям миграции элементов они наиболее близки к биогенным ландшафтам. Сложное переплетение природных и техногенных процессов, протекающих в этих водоемах, часто приводит к негативным последствиям: водохранилища заиливаются и заболачиваются; под влиянием гниения массового количества водорослей, бурно развивающихся в хорошо прогреваемых мелководных бассейнах, возникает бескислородная глеевая и даже сероводородная обстановка; почвы ландшафтов, прилегающих к водохранилищам, подвергаются засолению и прочее.

Пруды – искусственные водоемы в естественных или чаще в искусственных углублениях (рис. 53). Обычно они используются для орошения, водопоя скота, а вблизи населенных пунктов служат местом отдыха жителей, и также обладают особыми ландшафтно-геохимическими условиями.

Ландшафты каналов характеризуются содержанием удобрений, сносимых с сельскохозяйственных полей (мелиоративные каналы) или повышенным содержанием нефти и нефтепродуктов (судоходные каналы). Действующие каналы оказывают влияние на ландшафты, по которым они проложены (подъем уровня грунтовых вод, смена растительных сообществ в биогенных ландшафтах суши).

*Рекреационные ландшафты* формируются преимущественно в густонаселенных районах и районах с особо благоприятными для отдыха и жизнедеятельности климатическими и другими ландшафтными условиями (рис. 54). В таких ландшафтах за счет вытаптывания и изъятия части биопродукции наблюдается уменьшение проективного покрытия травостоя и сомкнутости крон древесной растительности, ее разнообразия, фитомассы и биопродуктивности ландшафта. Этот процесс по фор-

ме воздействия и результатам часто близок к пастбищной дегрессии ландшафтов.



*Рис. 53. Пруд, возникший в результате заполнения водой карьера – искусственно созданный ландшафт*



*Рис. 54. Рекреационный ландшафт – горнолыжный курорт*

Для нерегулируемых, плохо организованных рекреационных ландшафтов типичны сильная замусоренность, четыре-пять стадий рекреационной дегрессии растительного покрова, сопровождающихся усыханием древесной растительности, сильным повреждением почвенного покрова, эродированностью склонов, загрязнением водоемов. В хорошо организованных рекреационных ландшафтах природный ландшафт хорошо сочетается с инженерными сооружениями рекреационного назна-

чения, хорошо спланирована дорожно-тропиночная сеть, пляжи и другие рекреационные объекты. Коммунально-бытовые стоки и вспомогательные обслуживающие подсистемы не загрязняют окружающую среду и не разрушают природу. Такие культурные ландшафты характеризуются повышением биоразнообразия, благоприятными условиями жизнедеятельности и отдыха, высокими эстетическими достоинствами.

*Пирогенные ландшафты* образуются в результате пожаров (рис. 55). Основной причиной пожаров чаще всего является человек (более 95%), реже они связаны с естественными причинами (грозы и т.п.). Палы приводят к нарушению растительного покрова и подстилки, однако отдельные виды растений и животных, приспособленные к пожарам, сохраняются. Например, хорошо переносит низовые пожары сосна. При пожарах часто нарушаются и верхние слои почв, особенно торфянистых. Пожары типичны для южных лесных и средиземноморских субтропических ландшафтов, часто случаются пожары и во внутриматериковых таежных ландшафтах.



Рис. 55. Ельник после низового пожара

Морфологически пирогенные лесные ландшафты после низовых пожаров первые годы представляют собой либо мертвопокровный, либо травяной лес с отсутствием подроста. После верховых и подземных на торфяниках пожаров – это травянистые гари и пустоши либо усыхающий и выпадающий, захламленный упавшими и обгоревшими деревьями травяной лес. Пожары являются одним из важных факторов устойчивой смены богатых и разнообразных растительных формаций менее ценными и продуктивными видами деревьев, например, хвойных лесов мелколиственными.

### 7.3. Классификация природно-антропогенных ландшафтов (по Н.Ф. Реймерсу, 1990)

В словаре-справочнике Н.Ф. Реймерса (1990) приводится классификация ландшафтов, объединяющая в себе природные и природно-антропогенные геосистемы (рис. 56).



Рис. 56. Классификация природных и антропогенных ландшафтов (по Н.Ф. Реймерсу, 1990)

*Природный ландшафт* – ландшафт, не преобразованный человеческой деятельностью, а потому обладающий естественным саморазвитием.

*Геохимический ландшафт* – ландшафт, приуроченный к одному типу мезорельефа; участок поверхности, единый по свойству и количеству основных химических элементов почв.

*Охраняемый ландшафт* – ландшафт, в котором запрещены или регламентированы все или некоторые виды хозяйственной деятельности (заказники, заповедники).

*Оптимальный ландшафт* – 1) ландшафт, максимально соответствующий определенной форме пользования (рекреационный ландшафт); 2) ландшафт, максимально соответствующий потребностям данной группы населения (горцы, степные кочевники).

*Антропогенный ландшафт* – ландшафт, преобразованный хозяйственной деятельностью человека настолько, что изменена связь природных компонентов.

*Техногенный ландшафт* – разновидность антропогенного ландшафта, особенности формирования и структуры которого обусловлены производственной деятельностью человека, связанной с использованием мощных технических средств.

*Индустриальный ландшафт* – разновидность технического ландшафта, связан с воздействием крупных промышленных комплексов.

*Городской (урбанистский)* – тип ландшафтов с постройками, улицами, парками.

*Нарушенный ландшафт* – ландшафт, возникший в результате нерационального использования природных ресурсов.

*Агрокультурный (сельскохозяйственный)* – ландшафт, в котором естественная растительность в значительной мере заменена посевами и посадками сельскохозяйственных и садовых культур.

*Культурный ландшафт* – целенаправленно созданный антропогенный ландшафт, обладающий целесообразными для человеческого общества структурой и функциональными свойствами.

С целью закрепления материала по классификациям ландшафтов студентам предлагается практическое задание, методические указания к выполнению которого даны в приложениях 1-4.

## 8. Геохимия ландшафтов

Геохимия ландшафтов изучает закономерности миграции химических элементов и формы их нахождения в геосистемах Земли.

Геохимия ландшафтов, изучая кругооборот элементов в сложных системах, состоящих из природных компонентов (горные породы, кора выветривания, наносы, почвы, грунтовые и поверхностные воды; атмосфера, живое вещество), что в своей совокупности и образует географический ландшафт, позволяет установить сущность материальных взаимосвязей природных компонентов.

Геохимия ландшафтов имеет дело с закономерностями миграции вещества в географической оболочке Земли, которая является местом жизни и деятельности людей. Человек, воздействуя даже на какую-либо одну сторону природных явлений, невольно вызывает, в силу существующих связей между телами и явлениями природы, цепь изменений, все звенья которой он не может предусмотреть или предотвратить, если он не знает сущности взаимосвязей между ними. Поэтому геохимия ландшафтов представляет одну из тех отраслей знания, которая имеет большое практическое значение.

В настоящее время существуют некоторые области практического приложения геохимии ландшафтов. Ландшафтно-геохимические методы используются при поисках месторождений полезных ископаемых; при решении геоэкологических задач с целью определения ореолов загрязнения различными элементами; в сельском и лесном хозяйстве; при определении оптимальных норм и соотношений микроэлементов для жизни и здоровья людей, животных и растений и прочее.

### 8.1. Виды миграций химических элементов

Все многообразие миграции может быть разделено в зависимости от формы движения материи, с которой связано перемещение атомов, на четыре основных вида.

*Механическая миграция* – передвижение обломков горных пород различных размеров без изменения их химических свойств. Это наиболее простой вид миграции, подчиняющийся законам механики (образование россыпей, ветровая и водная эрозия и т.д.). Механическая миграция зависит преимущественно от величины частиц минералов и пород, их плотности, скорости движения вод, ветра; химические свойства элементов не имеют значения.

*Физико-химическая миграция* – перемещение элементов в ионной и молекулярной формах в результате химических реакций. Она определяется сложными процессами, сущность которых определяется законами физики и химии – диффузией, растворением, осаждением, сорбцией, де-

сорбцией и т.д. Лучше всего изучена миграция веществ в водных растворах в виде ионов (ионная миграция), зависящая от растворимости солей, рН, окислительно-восстановительного потенциала.

*Биогенная миграция* – вид миграции элементов, в которой принимают участие живые организмы. Это очень сложный вид миграции, потому как организмы существуют в особом информационном поле, для них характерны процессы управления и переработки информации, отсутствующие в неживой природе. Биогенная миграция имеет большие масштабы, подсчеты показывают, что только процессы фотосинтеза ежегодно приводят к миграции около 480 млрд. т вещества, большую часть которого составляют биофильные элементы – углерод, кислород, водород, азот. Живые организмы не только принимают непосредственное участие в миграции элементов, но и оказывают на нее значительное косвенное влияние, так как в процессе жизнедеятельности они часто определяют условия среды, в которой происходит миграция.

*Техногенная миграция* – перемещение элементов в любой форме нахождения или ее изменение под воздействием человеческой деятельности. Это самый сложный вид миграции, связанный с общественными процессами (отработка месторождений полезных ископаемых, экспорт и импорт продовольствия и пр.). Техногенная миграция определяется социальными закономерностями, ее роль непрерывно и постоянно возрастает, что является закономерностью, отражающей современное развитие процессов в верхних оболочках Земли.

Значение видов миграции для разных элементов неодинаково. Так, если для калия и фосфора особенно большую роль играет биогенная миграция, то для натрия и хлора – физико-химическая, а для титана, золота, платины, олова – механическая.

В разных ландшафтах соотношение видов миграции также неодинаково. Например, в пустынях возрастает роль механической миграции, а во влажных тропиках – физико-химической и биогенной (свинец и вольфрам в пустынях мигрируют преимущественно механическим путем, во влажных тропиках – в растворах). Виды миграции не существуют в ландшафте изолированно, они тесно друг с другом связаны и взаимообусловлены. Однако чаще ведущее значение имеет высший, более сложный вид миграции. Например, в степных и таежных ландшафтах главной является биогенная миграция, хотя здесь протекают и физико-химические и механические процессы. Аналогично, геохимические черты городских ландшафтов определяются техногенной миграцией, социальными процессами.

В зависимости от преобладающего вида миграции А.И. Перельманом (1975) выделены три основных ряда геохимических ландшафтов.

1) *Абиогенные ландшафты*, для которых характерна только механическая и физико-химическая миграции.

2) *Биогенные ландшафты* с ведущим значением биогенной миграции и подчиненной ролью физико-химических и механических процессов.

3) *Культурные ландшафты*, своеобразие которых определяется техногенной миграцией, социальными процессами, хотя в них развиваются и все остальные виды миграции.

## **8.2. Геохимический ландшафт (ландшафтно-геохимическая система)**

Элементарные системы (ландшафты) образуют связанные между собой ассоциации. В частности, в районах со стоком водоразделы, склоны, долины, водоемы – тесно связанные части единого целого, которое Б.Б. Полюнов назвал геохимическим ландшафтом. *Геохимический ландшафт* – это парагенетическая ассоциация сопряженных элементарных ландшафтов, связанных между собой миграцией элементов.

В энциклопедическом словаре географических терминов (1968) геохимическому ландшафту дается следующее определение: *геохимический ландшафт* – это участок территории, в котором осуществляется качественно своеобразная миграция химических элементов атмосферы, литосферы и гидросферы. Для каждого геохимического ландшафта характерен особый биологический круговорот атомов, особая водная и воздушная миграция химических элементов.

Геохимический ландшафт – это тот же географический ландшафт, но рассматриваемый под углом зрения миграции химических элементов (Марцинкевич, 1986).

Примерами геохимических ландшафтов могут служить степной мелкосопочник с соленым озером в понижении и солончаками по берегам этого озера; участок моренного рельефа в таежной зоне, составными частями которого служат холмы, покрытые хвойным лесом, заболоченные понижения, озера и реки между холмами.

## **8.3. Элементарные ландшафты (фации)**

Многие ученые в своих исследованиях выделяли наиболее мелкие географические единицы, но называли их по-разному: И.В. Ларин – микроландшафт, Л.Г. Раменский – энтопий, В.Н. Сукачев – биогеоциноз, Л.С. Берг – фация, Б.Б. Полюнов – элементарный ландшафт. Все эти названия обозначают географический объект, наиболее однородный и неделимый.

По Б.Б. Польшину (1956) элементарный ландшафт – это определенный элемент рельефа, сложенный одной горной породой или наносом и покрытый определенным растительным сообществом. Эти условия создают определенную разность почв и свидетельствуют об одинаковом на протяжении элементарного ландшафта развитии взаимодействия между горными породами и организмами. Критерий для выделения элементарного ландшафта – однородность почвы. Этому же определению придерживаются А.И. Перельман и Н.С. Касимов (1999).

Характерная особенность элементарного ландшафта – отсутствие каких-либо внутренних причин, ограничивающих его размеры. Поэтому при отнесении какого-либо участка земной поверхности к элементарному ландшафту необходимо учитывать возможность распространения данного элементарного ландшафта на значительно большей территории. Так элементарными ландшафтами являются такыр, пятно солончака, луговая степь на лёссах и т.д., размеры которых могут колебаться от квадратных метров до сотен и тысяч квадратных километров.

Наименьшая площадь, на которой размещаются все части элементарного ландшафта, называется площадью выявления. Чем сложнее элементарный ландшафт, чем интенсивнее в нем протекает миграция химических элементов, чем больше видовое и прочее разнообразие, тем больше и площадь выявления. Наименьшие площади выявления характерны для пустынь без высшей растительности, а наибольшие – для лесных ландшафтов влажных тропиков (Перельман, 1999).

Разнообразие элементарных ландшафтов на земной поверхности велико, но по условиям миграции химических элементов их можно объединить в три главные большие группы:

- 1) элювиальные ландшафты;
- 2) субаквальные (подводные) ландшафты океанов, морей и континентальных водоемов;
- 3) супераквальные (надводные) ландшафты (рис. 57).

*Элювиальные ландшафты* формируются на повышенных элементах рельефа при глубоком залегании грунтовых вод, не оказывающих влияние на почвы и растительность.

Вещества в элювиальный ландшафт поступают только из атмосферы (осадки, пыль), боковой приток с поверхностными и грунтовыми водами отсутствует. Кора выветривания имеет остаточный характер; в процессе своего образования она обедняется легкоподвижными элементами (промывание почвы).

Почвы элювиальных ландшафтов также в той или иной степени промыты от легкорастворимых соединений. В них на определенной

глубине формируются иллювиальные горизонты, в которых накапливаются вымываемые из верхней части профиля вещества.

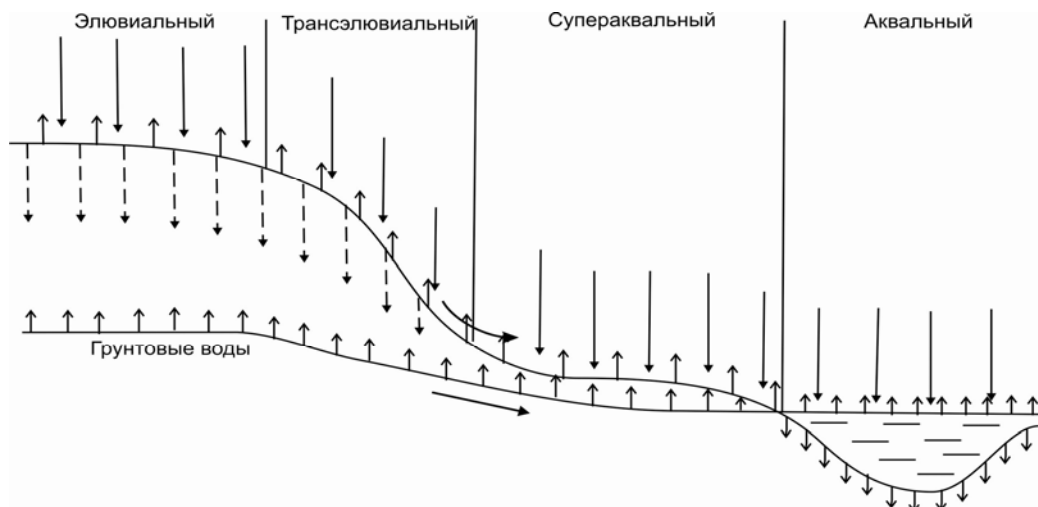


Рис. 57. Схема элементарных ландшафтов (по Б.Б. Польшову, 1956)

В элювиальных ландшафтах глубокое положение уровня грунтовых вод и активный водообмен обуславливают господство окислительной среды в почвах и коре выветривания. Окислительная среда облегчает вынос элементов, которые в такой среде образуют более растворимые соединения при высоких степенях окисления (S, As, Mo, V и др.), и затрудняет вынос тех элементов, соединения которых малоподвижны в данной среде (Fe, Mn и др.).

Субаквальные (подводные) ландшафты делятся на две группы: субаквальных ландшафтов морей и океанов и континентальных субаквальных ландшафтов.

Субаквальные, или водные, континентальные ландшафты тесно генетически связаны с элювиальными ландшафтами, находящимися в бассейне водо- и солесбора. По комплексу условий миграции элементов субаквальные ландшафты противоположны элювиальным.

Основной способ привноса веществ – с твердым и жидким стоком: донные почвы постоянно погребаются под новыми наносами, в которых накапливаются в основном элементы с наибольшей миграционной способностью.

Плотность и геохимические особенности организмов водоемов в значительной мере определяются количеством поступающих в водоем вод и составом растворенных в них веществ. Своеобразны в субаквальных ландшафтах процессы разложения органических остатков, идущие в анаэробных условиях и сопровождающиеся образованием сапропелей.

В зависимости от степени проточности водоема, богатства организмами в его придонном слое создаются окислительные или восстано-

вительные условия, последние существенно изменяют миграционную способность многих элементов.

*Супераквальные (надводные) ландшафты* формируются на пониженных элементах рельефа в условиях, где грунтовые воды близко подходят к поверхности и по капиллярам могут подниматься до корнеобитаемого слоя. Приток веществ в такие ландшафты происходит как из атмосферы, так и из соседних элювиальных ландшафтов с жидким и твердым стоком.

В супераквальных ландшафтах химический состав наносов, почв, золы растений зависит не только от подстилающих пород, но и, главным образом, от химического состава грунтовых вод, формирующегося в областях стока за счет выноса веществ из элювиальных ландшафтов.

В супераквальных ландшафтах часто растения находятся в условиях избытка некоторых химических элементов, «сбрасываемых» из элювиальных ландшафтов, что сказывается на облике почв и на характере и сложении растительных сообществ. Так на жестких водах формируются богатые карбонатами луговые почвы с растительностью, изобилующей различными видами бобовых растений; на водах с избыточным содержанием кремния развиваются ландшафты низинных тростниковых или камышовых болот или зарослей хвоща – растений, потребляющих особенно большое количество кремнезема, а среди низших растений здесь изобилуют диатомовые водоросли, кремниевые скелеты которых буквально переполняют верхние горизонты почв.

На формирование подводных и надводных ландшафтов влияют продукты выветривания и почвообразования элювиального ландшафта, которые поступают с поверхностным и подземным стоком в пониженные элементы рельефа. Поэтому такие ландшафты именуются *подчиненными*. Элювиальные ландшафты водоразделов менее зависят от надводных и подводных ландшафтов, так как не получают от них химических элементов с жидким и твердым стоком, поэтому они называются *автономными*, а их почвы и растительность образуют центр всего ландшафта (рис. 58). Тем не менее, независимость автономных ландшафтов весьма условна, так как поймы и водоемы оказывают определенное влияние на ландшафты водоразделов через циркуляцию водяных паров, распространение туманов, перенос ветром различных соединений, содержащихся в воздухе, миграцию флоры и фауны с прибрежных участков на водораздельные и т.д. (Перельман, 1999).

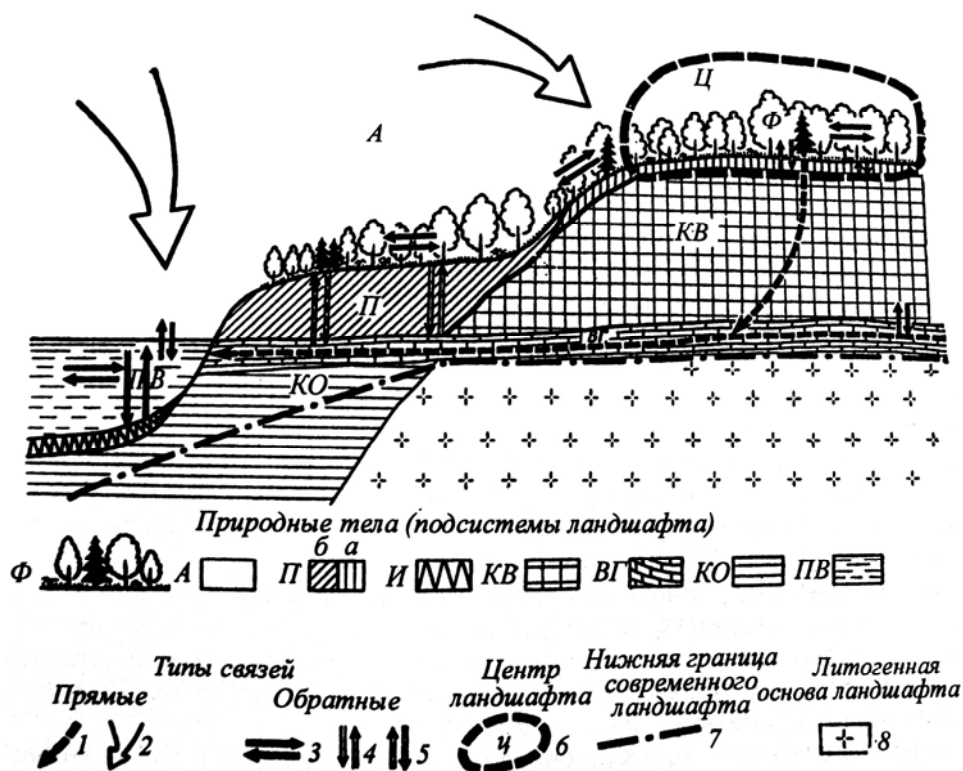


Рис. 58. Геохимический ландшафт (Перельман, 1999)

Ф – наземный биоценоз; А – приземная атмосфера; П – почвы: а – элювиальная, б – супераквальная; И – ил; КВ – кора выветривания; ВГ – водоносный горизонт; КО – континентальные отложения; ПВ – поверхностные воды; связи: 1 – водные, 2 – воздушные, 3 – биотические, 4 – биокостные, 5 – водные и воздушные, 6 – центр ландшафта, 7 – нижняя граница ландшафта, 8 – коренные породы

В зависимости от условий рельефа и водного режима М.А. Глазовская (2002) предложила выделить дополнительные группы элементарных ландшафтов (рис. 59).

*Автономно-элювиальные ландшафты* ( $A^3$ ) – приурочены к плоским водораздельным участкам. Привнос элементов идет из атмосферы, а вынос – преимущественно в вертикальном направлении, боковой приток элементов отсутствует.

*Трансэлювиальные ландшафты* ( $T^3$ ) – соответствуют выпуклым вершинам и верхним, более крутым, частям склонов. Привнос элементов происходит из атмосферы и с боковым твердым и жидким стоком, вынос – в вертикальном направлении и по склону (осыпание, оползание).

*Трансэлювиально-аккумулятивные ландшафты* ( $T^{3a}$ ) – приурочены к нижним частям вогнутых склонов и к пологим склонам. Это области выноса и частичной аккумуляции продуктов жидкого и твердого стока.

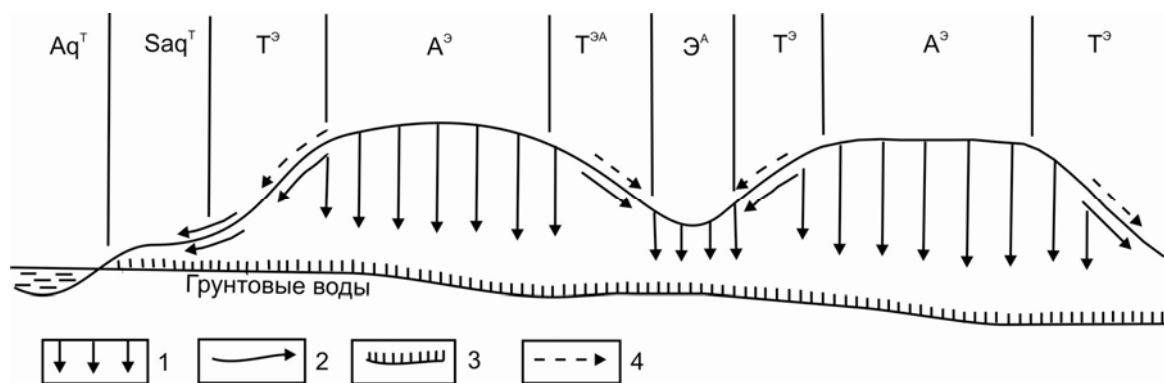


Рис. 59. Схема распределения элементарных ландшафтов по рельефу  
(по М.А. Глазовской, 2002)

$A^Э$  – автономный элювиальный,  $T^Э$  – трансэлювиальный,  
 $T^{ЭА}$  – трансэлювиально-аккумулятивный,  $Э^А$  – элювиально-аккумулятивный,  
 $Saq^T$  – трансупераквальный,  $Aq^T$  – трансаквальный (река);  
 перенос веществ с влагой, просачивающейся сквозь толщу почв и рыхлых отложений: 1 – в вертикальном направлении, 2 – в боковом, 3 – горизонт грунтовых вод с каймой капиллярно-подпертой влаги, 4 – перенос веществ в твердом виде

Элювиально-аккумулятивные ландшафты ( $Э^А$ ) – занимают понижения с хорошим дренажем и глубоким залеганием грунтовых вод (степные западины, замкнутые понижения), в отдельных случаях атмосферные воды могут смыкаться с грунтовыми (осадков мало, а перераспределение их по элементам рельефа выражено резко). Приносимые твердые вещества аккумулируются в таких ландшафтах, подвижные водорастворимые соединения могут задерживаться в почвенном профиле.

Аквальные ландшафты ( $Aq$ ) – замкнутые бессточные водоемы.

Трансаквальные ландшафты ( $Aq^T$ ) – реки и проточные озера.

Супераквальные ландшафты ( $Saq$ ) – ландшафты, связанные со стоячими или слабопроточными водами.

Трансупераквальные ландшафты ( $Saq^T$ ) – ландшафты, на образование которых оказывают влияние проточные воды с активным водообменом.

В условиях, где резко выражены сезонные изменения водного режима, выделяются промежуточные ряды фаций: ряд поемных фаций, лиманный ряд фаций. При сильном колебании уровня грунтовых вод по сезонам года или в сухие и влажные годы многие ландшафты испытывают то супераквальный, то элювиальный режим (ландшафты надпойменных речных и озерных террас, замкнутых понижений). Они могут выделяться в особый ряд промежуточных элювиально-супераквальных фаций.

#### 8.4. Мощность и вертикальный геохимический профиль элементарных ландшафтов

Всякий элементарный ландшафт имеет определенную площадь и объем с той или иной вертикальной составляющей (мощность). Под мощностью элементарного ландшафта (вне зоны распространения вечной мерзлоты) понимается расстояние от поверхности верхнего яруса растительности данного ландшафта до нижней границы потока грунтовых вод. В этих пределах формируется определенный вертикальный профиль современных ландшафтов. В районах распространения многолетнемерзлых пород мощность ландшафтов ограничивается надмерзлотной толщей.

Различные типы элементарных ландшафтов имеют различную мощность и различное строение вертикального профиля. А.И. Перельман (1975) подчеркивал резкую неоднородность химического состава вертикального профиля ландшафтов и наличие в нем ряда ярусов или горизонтов (рис. 60).

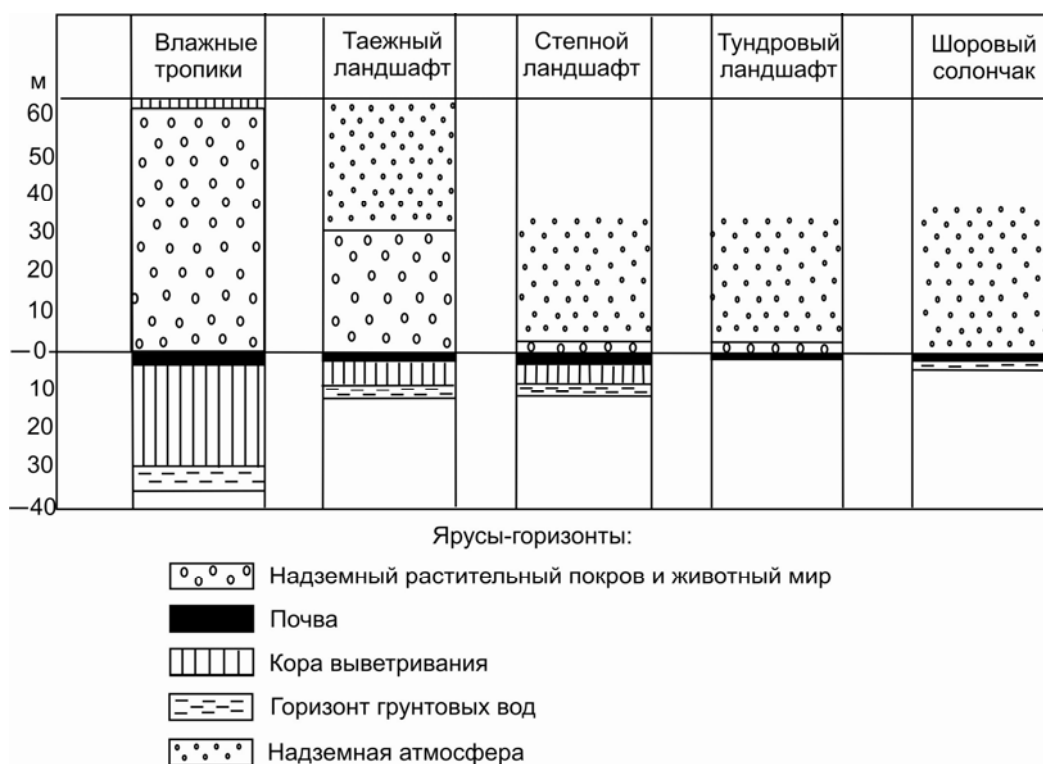


Рис. 60. Вертикальные ярусы элементарных ландшафтов (по А.И. Перельману, 1975)

1. Ярус живого вещества – надземная часть вертикального профиля ландшафта, образованная живыми растениями.
2. Почвенный ярус – мощность его определяется корнеобитаемым слоем. Ведущие процессы в этом ярусе – биологический кругооборот

веществ, формирование особых органо-минеральных соединений, образующихся при разложении и гумификации растительных остатков.

Здесь особенно сложны и многообразны процессы взаимодействия между живым и мертвым веществом. Здесь возникает особая стратификация почвенных горизонтов, каждый из которых обладает особыми геохимическими ассоциациями элементов и особыми формами их соединений. Это сфера специфических почвенно-геохимических процессов.

3. *Ярус коры выветривания* – ярус разрушения первичных минералов, синтеза и выпадения из растворов вторичных соединений. В эту часть профиля попадают элементы, которые прошли через биологические барьеры двух верхних ярусов (яруса живого вещества и почвенного) и передвигаются в толще пород или наносов в большей степени по химическим и физико-химическим законам. Здесь идут процессы выветривания: реакции обмена, выпадения из растворов, сорбции, гидролиза, окисления.

4. *Ярус грунтовых вод* – нижний ярус геохимического профиля ландшафта. Геохимические особенности вод определяются количеством и составом поступающих сверху элементов, химическими особенностями водовмещающих пород или наносов и режимом вод. Режим вод определяет окислительно-восстановительные условия и скорость химических реакций в толще, заполненной водой.

Над уровнем грунтовых вод располагается горизонт капиллярно подпертой влаги, пропитывающей нижнюю часть толщи коры выветривания. Мощность этого супераквального горизонта, несущего признаки катагенетических геохимических процессов, свойственных пограничным зонам двух различных сред, может быть велика в связи колебаниями уровня грунтовых вод по годам и сезонам года (амплитуда колебаний достигает нескольких метров). Поэтому этот горизонт по мощности и степени геохимической расчлененности может рассматриваться как особый *ярус катагенеза* или *катагенетический*.

### **8.5. Факторы расчленения вертикального геохимического профиля элювиальных ландшафтов**

В группе элювиальных элементарных ландшафтов формирование геохимического вертикального профиля зависит от ряда факторов. Главные из них: 1) характер и амплитуда биологического кругооборота веществ; 2) характер и амплитуда части геологического кругооборота веществ (показателем может служить мощность зоны выщелачивания); 3) скорость геохимических процессов.

### ***Характер и амплитуда биологического кругооборота веществ***

Совокупность живых организмов определяет не только облик и геохимию верхних ярусов ландшафта, но в значительной мере влияет на весь его геохимический профиль. Степень и характер этого влияния определяются плотностью живого вещества, мощностью сферы его распространения, характером распределения между надземной и подземной частями ландшафта и соотношением элементов, находящихся в форме живого и мертвого органического вещества (в виде подстилок, торфа, почвенного гумуса).

По характеру верхнего органического яруса элювиальные ландшафты можно разделить на пять главных групп:

*1-я группа* – формации низших растений – бактерий, грибов, актиномицетов, водорослей, обитающих на поверхности или в трещинах скал, снега, льда, на поверхности и в толще рыхлых наносов, не заселенных высшей растительностью. Их биомасса мала, но благодаря быстро идущим жизненным циклам геохимическая роль их может быть достаточно ощутима.

*2-я группа* – мохово-лишайниковые и лишайниковые формации, в которых количество органических веществ очень мало (единицы тонн на 1 га) и сосредоточено почти исключительно в надземной части живых организмов, небольшая часть органических веществ находится в виде неразложившихся остатков в подстилках, органические вещества в форме гумуса почти отсутствуют. Размах биологического кругооборота веществ по вертикали измеряется несколькими сантиметрами.

*3-я группа* – травянистые формации, в которых значительные запасы органического вещества измеряются десятками тонн на 1 га. Основная масса живого органического вещества находится в корнях растений, распространяющихся до глубины 1,5 – 2 и даже 3,5 м. Запасы мертвого органического вещества обычно превышают общее количество живого вещества, находящегося в данный момент в ландшафте. Амплитуда биологического кругооборота веществ составляет 2-4 м. Количество органических остатков, поступающих ежегодно в виде опада на поверхность почвы и при отмирании корней в более глубокие горизонты, примерно одинаково.

*4-я группа* – кустарниковые формации, в которых количество живого органического вещества и соотношение его с гумусом близко к травянистым формациям, но распределение живого вещества здесь несколько иное. Массы корней и надземных частей растений примерно равны друг другу, глубина распространения корней может достигать десяти и более метров. Вертикальный размах биологического кругооборота веществ еще более возрастает по сравнению с травянистыми форма-

циями. Поступление отмершего органического вещества происходит главным образом на поверхность почвы.

*5-я группа* – ландшафты с лесным типом растительности. Запасы живого органического вещества достигают наибольшей величины и измеряются сотнями, а в некоторых случаях тысячами тонн на 1га. Основная масса живого вещества сосредоточена в надземной части. Стволы деревьев поднимаются над поверхностью земли на 20-30м, а в некоторых типах леса на 50-60м, корни растений углубляются до 5-6м, в отдельных случаях до 10-15м. Вертикальная амплитуда биологического кругооборота в лесу наибольшая. Запасы мертвого органического вещества в виде подстилок и почвенного гумуса составляют лишь небольшую долю от общего запаса органических веществ в ландшафте. Поступление отмершего органического вещества происходит главным образом на поверхность почвы в виде наземного опада.

#### ***Мощность зоны выщелачивания***

*Зона выщелачивания* – часть вертикального профиля ландшафта, в которой осуществляется перемещение веществ вниз под влиянием атмосферных осадков. Ее мощность и соотношение с ярусами элементарного ландшафта могут быть показателями проявления элювиального процесса.

По степени проявления элювиального процесса выделяют следующие основные ландшафты (рис. 61).

1. *Пермацидные ландшафты* (ландшафты полного профиля) – элювиальные ландшафты, в которых атмосферные воды периодически или постоянно достигают уровня грунтовых вод. Часть атмосферной влаги и растворенных в ней веществ проникает до уровня грунтовых вод, питает их и в значительной мере определяет их химический состав.

2. *Импермацидные ландшафты* (ландшафты неполного профиля) – элювиальные ландшафты, где атмосферная влага проникает достаточно глубоко, но не достигает уровня грунтовых вод. В вертикальном профиле подобных ландшафтов у нижней границы проникновения атмосферных осадков обычно образуются горизонты накопления даже относительно подвижных элементов (иллювиальные горизонты).

3. *Поверхностно-импермацидные ландшафты* (ландшафты укороченного профиля) – элювиальные ландшафты в аридных областях, где испаряемость значительно превышает количество выпадающих осадков. Атмосферная влага часто не проникает глубже корнеобитаемого слоя, перемещение элементов идет на небольшую глубину в пределах почвенного профиля. Над уровнем грунтовых вод благодаря испарению последних в ярусе катагенеза идет накопление ряда легкоподвижных элементов.

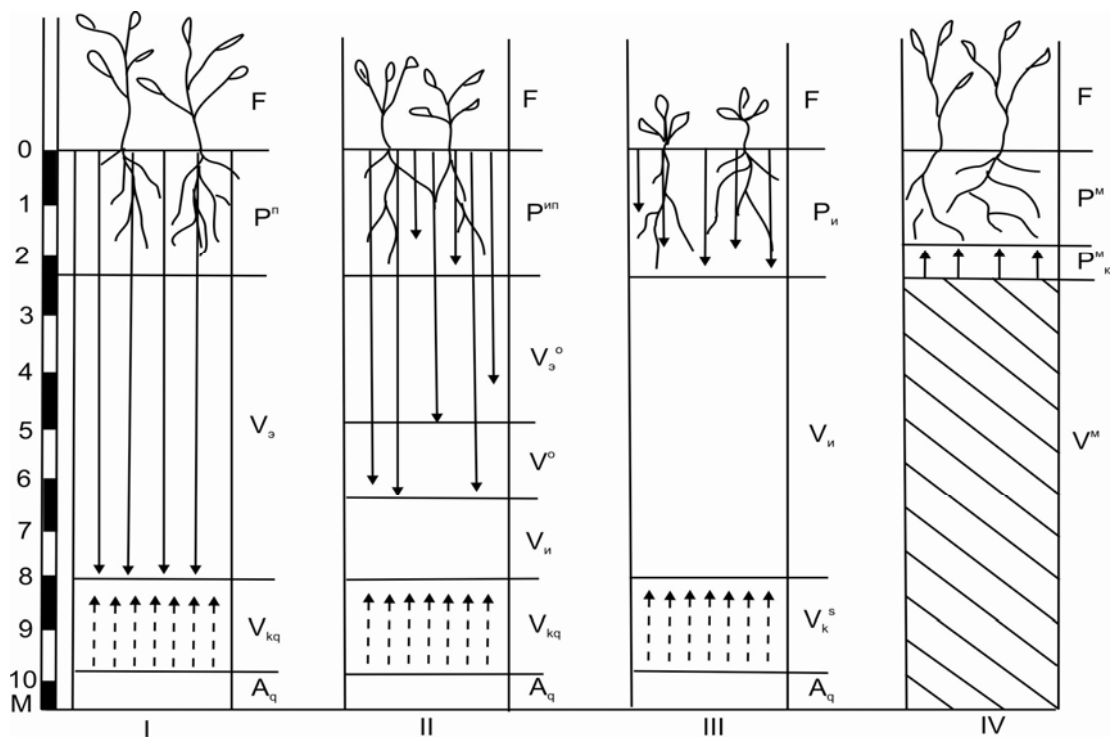


Рис. 61. Вертикальные профили элювиальных ландшафтов  
(по М.А. Глазовской, 2002)

I – пермацидный, II – импермацидный, III – поверхностно-импермацидный  
IV – мерзлотный импермацидный.

Ярусы и горизонты: F – живого вещества,  $P^I$  – почвенный пермацидный,  $P^{III}$  – почвенный импермацидно-пермацидный,  $P^II$  – почвенный поверхностно-импермацидный,  $P^M$  – почвенный импермацидный мерзлотный,  $P^M_K$  – почвенный мерзлотный катагенетический.

Ярусы коры выветривания:  $V_э$  – горизонт выщелачивания,  $V_э^o$  – выщелачивания и частичного обогащения,  $V^o$  – обогащения,  $V_{кq}$  – катагенеза с оглеением,  $V_{к^s}$  – катагенеза с соленакоплением,  $A_г$  – грунтовых вод,  $V_{и}$  – импермацидный,  $V_M$  – мерзлотный

4. Мерзотно-импермацидные ландшафты – ландшафты, в которых вынос веществ вглубь ограничен близким залеганием постоянно мерзлого слоя. В условиях мерзлоты вынос веществ возможен лишь из трансэлювиальных фаций при наличии бокового стока растворов по мерзлоту водоупорному слою. В условиях равнинного рельефа при отсутствии дренажа создается обычно супераквальный режим.

#### **Скорость геохимических процессов**

Скорость выветривания первичных и вторичных минералов, а также темпы гумификации и минерализации органических остатков, определяют возможности большей или меньшей интенсивности кругооборота веществ в ландшафте. Эти процессы находятся в тесной зависимости от гидротермической обстановки (табл. 5).

## Фактор выветривания (Глазовская, 2002)

Пояса	Средняя температура почвы	Относительная диссоциация воды*	Длительность выветривания в днях	Фактор выветривания
Арктический	10	1,7	100	170
Умеренный	18	2,4	200	480
Тропический	34	4,5	360	1620

\*Диссоциация при 0° принята за единицу

Приведенные цифры показывают различия в скорости химических реакций в различных термических поясах Земли, а вследствие этого и различную подвижность химических элементов.

Значительны различия в термических поясах в ежегодном приросте органического вещества, в скорости гумификации и минерализации органических остатков. Так в условиях тундры или северной части таежной зоны деятельность микроорганизмов так ограничена, что даже небольшое количество ежегодно поступающего опада (несколько центнеров на 1га) не успевает за год гумифицироваться. Часть растительных остатков сохраняется на поверхности почвы в виде подстилки, возврат элементов в почву происходит медленно. В условиях же влажного тропического леса ежегодный наземный опад в 30-50 и более тонн успевает за год не только гумифицироваться, но в значительной мере и минерализоваться. Поэтому элементы, поглощенные растительностью, вновь приобретают подвижность и могут участвовать в новых биологических циклах, в процессах выветривания и вторичного минералообразования.

Таким образом, миграционная способность одних и тех же элементов в разных термических поясах Земли существенно различна, что не может не сказаться на характере дифференциации веществ как в вертикальном профиле элювиальных ландшафтов, так и в геохимически сопряженных рядах ландшафтов.

### 8.6. Супераквальные и субаквальные (аквальные) элементарные ландшафты

Геохимия супераквальных ландшафтов определяется составом и режимом вод, участвующих в формировании данного ландшафта. По происхождению это могут быть напорные глубинные воды, выходящие на поверхность в виде источников; атмосферные воды; воды низменных морских побережий; почвенно-поверхностные, почвенно-грунтовые и грунтовые воды.

Участие вод того или иного происхождения в формировании супераквального ландшафта определяет степень его геохимической автономности или геохимической подчиненности по отношению к территориально близким элювиальным ландшафтам. В связи с этим выделяют: 1) геохимически автономные, 2) геохимически слабо подчиненные и 3) геохимически подчиненные ландшафты.

Геохимически автономные ландшафты появляются на выходах глубинных вод, химический состав которых не связан с процессами, идущими в окружающих ландшафтах. Это редкие геохимические ландшафты, связанные с различного рода минеральными источниками. Геохимически автономны также супераквальные ландшафты, питающиеся непосредственно атмосферными водами, не прошедшими через толщу пород или наносов. Они часто сохраняют в широком диапазоне географических условий однообразный характер, например, верховые сфагновые болота.

К группе геохимически слабо подчиненных супераквальных ландшафтов относятся прежде всего ландшафты пойм крупных транзитных многоводных рек с большим бассейном водосбора и слабоминерализованными водами, приносящими большое количество твердых веществ. Здесь состав элементов, поступающих в ландшафт в твердом и жидком виде, геохимически сопряжен с различными типами элювиальных ландшафтов, находящихся на обширных территориях в области стока.

В геохимически подчиненных супераквальных ландшафтах степень минерализации и химический состав грунтовых и поверхностных вод, участвующих в формировании ландшафта, определяются в значительной мере совокупностью процессов, происходящих в элювиальных ландшафтах данной территории. Здесь поверхностные и грунтовые воды и связанные с ними супераквальные ландшафты изменяются в соответствии с элювиальными ландшафтами.

На формирование супераквальных ландшафтов наряду с составом и минерализацией вод оказывают влияние и окислительно-восстановительные условия, определяющие формы нахождения и степень подвижности многих химических элементов. От окислительно-восстановительных условий зависят степень подвижности ряда элементов (серы, железа, марганца, хрома, молибдена, ванадия, урана и др.), особенности биологического кругооборота веществ, а также состав растительности и условия разложения органических остатков.

Супераквальные ландшафты с окислительными условиями формируются в результате временного воздействия богатых кислородом вод (например, речных вод в прирусловой пойме). Они характеризуются преимущественным накоплением живого органического вещества (леса

и заросли кустарников прирусловой поймы на слабо сформированных аллювиальных почвах).

Смена окислительных условий восстановительными наблюдается при значительных колебаниях уровня грунтовых, что влечет за собой все большее участие в сложении верхнего яруса ландшафта мертвых органических веществ (влажные луга на лугово-болотных оторфованных почвах, со значительным накоплением гумуса и торфа).

При постоянном уровне грунтовых вод с затрудненным водообменном господствуют восстановительные условия (в болотах), где при ослабленном биологическом кругообороте, консервируются мертвые органические вещества в виде торфа (рис. 62).

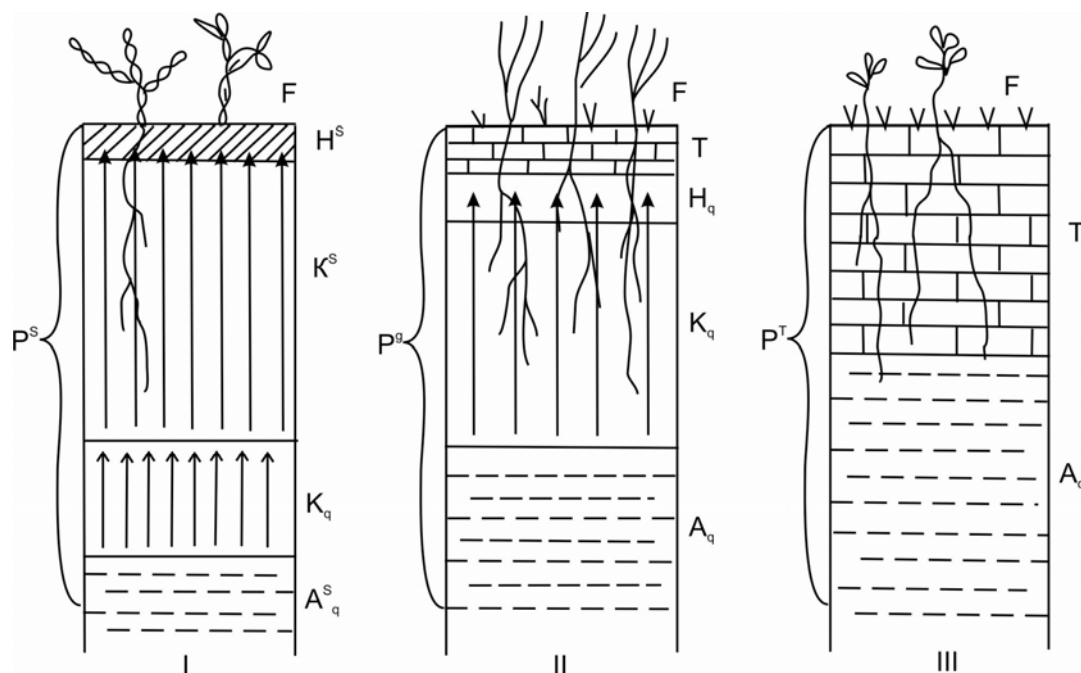


Рис. 62. Вертикальные профили супераквальных ландшафтов (по М.А. Глазовской, 2002)

$I - P^S$  – солончаковый,  $II - P^g$  – глеевый,  $III - P^T$  – торфяно-глеевый  
 Горизонты:  $T$  – торфа,  $H^S$  – гумусовый с соленакоплением,  $H^g$  – гумусовый с оглеением,  $K^S$  – катагенеза с соленакоплением,  $K_q$  – катагенеза с оглеением,  $A_q$  – грунтовых вод,  $A_q^S$  – засоленных грунтовых вод

Многие супераквальные ландшафты (поймы, дельты, низменные морские побережья) на более или менее продолжительное время затопляются поверхностными водами. При затоплении территории, часть веществ приносится в ландшафт в твердом виде, другая – может растворяться и уноситься с поверхностными водами, поэтому среди супераквальных выделяются ландшафты периодически затопляемых территорий. Здесь окислительные условия, господствующие в периоды исчез-

новения водоема, могут смениться восстановительными или окислительно-восстановительными в периоды затопления территории.

### **8.7. Местные ландшафты (местности)**

Перераспределение тепла, влаги, растворенных и твердых веществ по элементам рельефа обуславливают развитие различных, но генетически связанных друг с другом и последовательно сменяющих один другой, элементарных ландшафтов, или фаций.

С этим связано понятие ландшафтно-геохимического звена или геохимического сопряжения. Совокупность фаций, сменяющих друг друга по элементам рельефа от местного водораздела к местной депрессии и связанных друг с другом миграцией веществ в твердом или жидком виде, представляет собой геохимически сопряженный ряд фаций (*геохимическое сопряжение*), или *ландшафтно-геохимическое звено*.

Если на большей или меньшей территории наблюдается повторение определенных ландшафтных звеньев, то ее можно объединить в один местный ландшафт, или местность.

*Местный ландшафт или местность* – территория, в пределах которой участвующие в ее сложении элементарные ландшафты сохраняют определенный типологический состав и расположены относительно друг друга в той степени, в какой это обуславливает однородность взаимодействия между ними.

На рисунке 63-I показана схема распределения геохимически сопряженных фаций (А, Б, В, Г), образующих ландшафтное звено, и расположение звеньев, слагающих местный ландшафт, относительно друг друга.

Реальная местность обычно не представляет абсолютно одинаковых форм рельефа, склоны имеют различную экспозицию и обогреваются по-разному, крутизна и протяженность их также различны. Все это отражается на составе рядов геохимически сопряженных фаций, образующих ландшафтные звенья (рис. 63-II, III).

При разделении территории на отдельные местные ландшафты должен применяться исторический подход. При определении границ местного ландшафта необходимо учитывать два фактора: 1) сходство процессов взаимодействия между сопряженными элементарными ландшафтами, слагающую данную территорию (вершины холмов, котловины, бассейны); 2) рассмотрение существующей картины как этап общего направленного процесса развития данной территории. Следовательно, если ландшафтные звенья, слагающие данную территорию, представляют последовательные стадии развития рядов геохимически

сопряженных фаций, то есть основания отнести всю территорию к одному местному ландшафту.

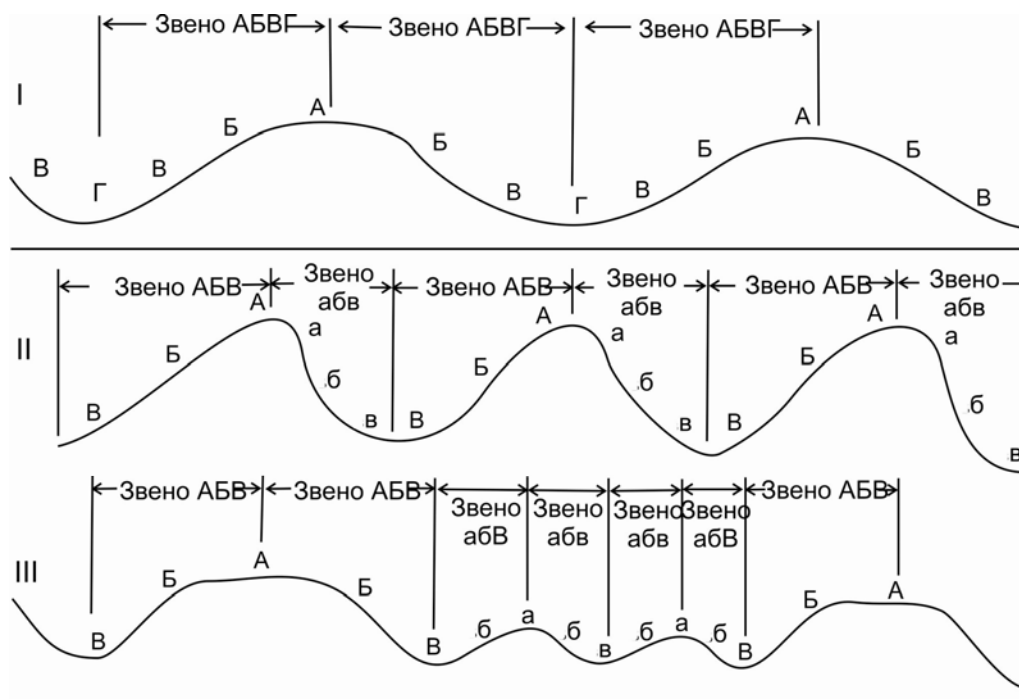


Рис. 63. Схема строения местных ландшафтов (по М.А. Глазовской, 2002)  
 I – простого с одним типом ландшафтных звеньев, II – сложного с двумя типами ландшафтных звеньев, III – сложного с тремя типами ландшафтных звеньев

Различают простые и сложные местные ландшафты.

В простом местном ландшафте наблюдается повторение на большей или меньшей территории одних и тех же ландшафтных звеньев.

В сложных местных ландшафтах наблюдается сочетание различных ландшафтных звеньев. Часто эти звенья близки по структуре и типологическому составу и представляют ряды, характерные для различных стадий развития геохимически взаимосвязанных фаций данного ландшафта.

Для некоторых территорий характерно ярусное строение рельефа (несколько денудационных уровней, системы террас в речных долинах и озерных впадинах, системы вложенных конусов выноса на предгорных равнинах и т.д.). Ступенчатость рельефа обуславливает ступенчатость ландшафтов.

Обычно геохимический ряд фаций начинается с наиболее автономных, геохимически независимых и кончается наиболее геохимически подчиненными фациями. Геохимическое соподчинение и определенная последовательность в расположении характерна для ряда фаций, принадлежащих одной ступени местного ландшафта. В многоступенчатом

ландшафте элювиальные фации каждой нижерасположенной ступени геохимически независимы или слабо зависимы от вышележащих. Но супераквальные фации, лежащие на низких ступенях, геохимически подчинены не только ландшафтными звеньями данной ступени, но и всем, лежащим выше.

### 8.8. Структура местных ландшафтов

Структура различных местных ландшафтов разнообразна. Ее можно представить в каждом случае в виде особого индекса, указывающего на число ступеней и состав ландшафтных звеньев каждой ступени.

Каждой фации может быть присвоен особый индекс, указывающий на ее принадлежность к тому или иному подтипу элементарного ландшафта. Например, представим себе литологически однородную холмистую или увалистую равнину с плоскими вершинами холмов, вогнутыми склонами, плавно переходящими в местные заболоченные депрессии (рис. 64а). Вершины холмов заняты автономными элювиальными элементарными ландшафтами (А), склоны – геохимически слабоподчиненными трансэлювиальными (Т) и более подчиненными трансаккумулятивными (Та); у подножия склонов, близ выходов родников, появляются трансупераквальные геохимически подчиненные фации (Ст) и субаквальные (В) геохимически полностью подчиненные фации замкнутых депрессий.

Структуру такого ряда фаций можно представить формулой: (А-Т-Та-Ст-С-В). Скобки показывают, что данный ряд представляет ландшафтное звено, закономерно повторяющееся на некотором пространстве. Это одноступенчатый простой ландшафт.

Если в пределах холмистой равнины одни холмы плосковершинны, другие имеют гребневидный характер водоразделов, автономные фации местами отсутствуют так же, как и водоемы между холмами (рис. 64б), то местный ландшафт складывается несколькими ландшафтными звеньями. Это одноступенчатый сложный местный ландшафт. Его структуру может быть изображена следующей формулой:

$$(A_1-T_1-C_1-B_1) (A_1-T_1-C_1) (T_1-Ta_1-C_1).$$

Можно представить холмистую увалистую равнину, в пределах которой в депрессиях рельефа, между плосковершинными холмами и увалами протекают реки с хорошо сохранившейся надпойменной террасой или серией террас. В этом случае на более низких отметках рельефа, на участках террас после геохимически подчиненных трансэлювиальных и трансаккумулятивных появляются автономные элювиальные фации. Ряд начинается снова. Если мы видим закономерное повторение сходных рядов фаций от каждого местного водораздела к каждой местной де-

прессии (рис. 64в), то это двухступенчатый простой местный ландшафт с полными геохимически подчиненными рядами фаций. Индекс такого ландшафта следующий:  $\frac{I(A_1 - T_1 - Ta_1)}{II(A_2 - T_2 - C_{1,2} - B_{1,2})}$ . Индексы  $C_{1,2}$  и  $B_{1,2}$  показывают, что эти супераквальные и аквальные фации геохимически зависят как от первого, так и от второго ряда.

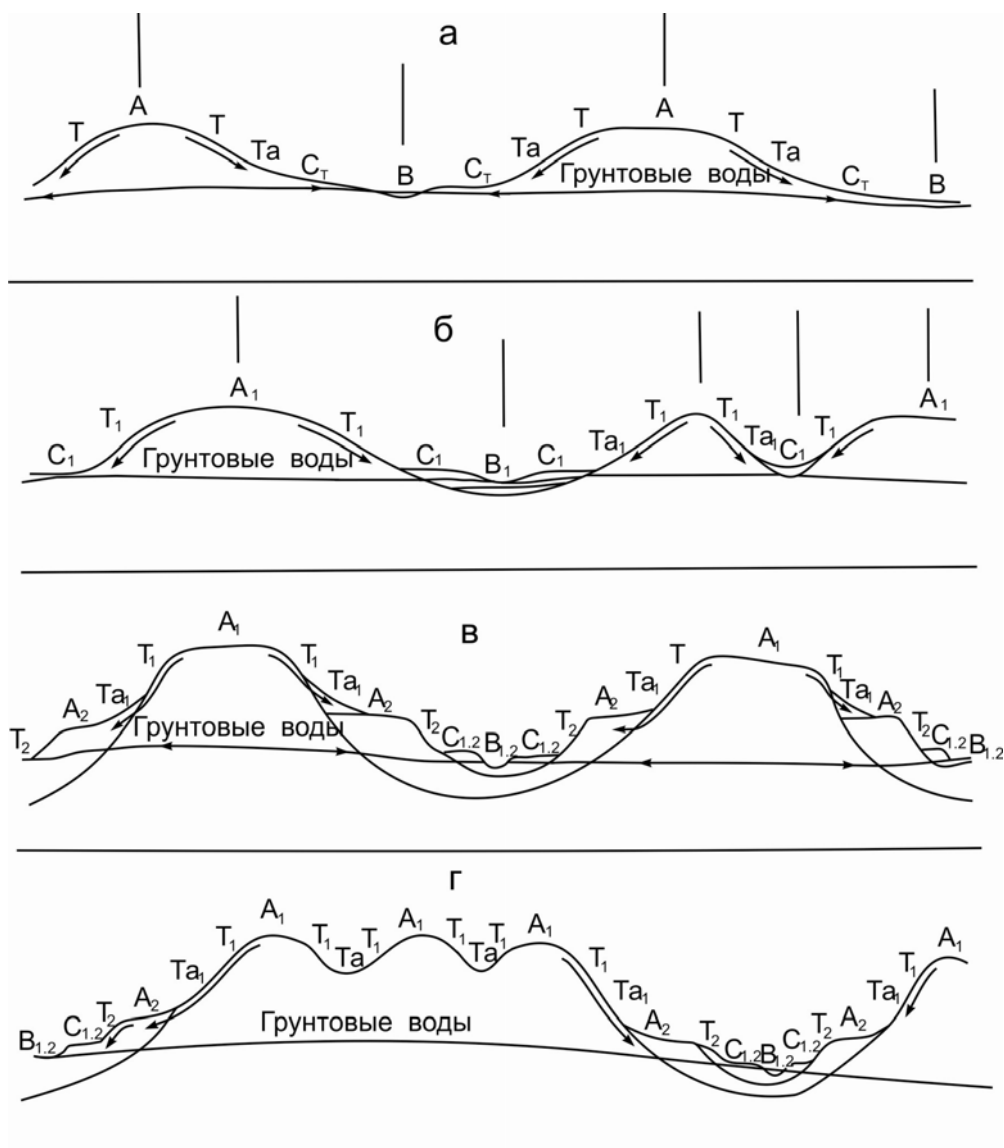


Рис. 64. Схемы местных ландшафтов (по М.А. Глазовской, 2002)  
 а – одноярусный простой, б – одноярусный сложный,  
 в – двухъярусный простой, г – двухъярусный сложный

Если же речные долины с террасами характерны не для каждой депрессии рельефа, а встречаются как исключение среди холмистой равнины с депрессиями, занятыми долинами малых ручьев или озерами

(рис. 64г), то мы имеем дело со сложным двухступенчатым ландшафтом. Его формула: 
$$\frac{I(A_1 - T_1 - Ta)(A_1 - T_1 - Ta_1)}{II(A_2 - T_2 - C_{1,2} - B_{1,2})}$$
.

Можно представить простые и сложные трех- и четырехступенчатые ландшафты, если на более низких ступенях рельефа появляются новые ряды геохимически сопряженных фаций. Подобные многоступенчатые ландшафты характерны для крупных речных долин с несколькими уровнями древних террас, для горных территорий с несколькими остаточными поверхностями выравнивания и соответствующими им уровнями аккумулятивных равнин и т.д.

### 8.9. Геохимические барьеры и межбарьерные ландшафты

Интенсивность различных видов миграции химических элементов в ландшафтах колеблется довольно часто, но иногда происходит резкое изменение интенсивности миграции на коротком расстоянии. Следствие этого – концентрация элементов на сравнительно небольших участках, которые А.И. Перельманом (1975) были названы геохимическими барьерами.

*Геохимические барьеры* – участки земной коры, на которых в направлении миграции химических элементов одна устойчивая геохимическая обстановка на относительно коротком расстоянии сменяется другой; при этом происходит уменьшение миграционной способности отдельных элементов и их накопление.

Геохимические барьеры делятся на *техногенные* и *природные*. Среди природных в свою очередь выделяются *механические* (смена механического переноса), *биохимические* (накопление химических элементов организмами) и *физико-химические* (смена рН, температуры, плотности и т.д.) – окислительные, восстановительные, глеевые, щелочные, кислые, сорбционные.

Дифференциация может быть связана с различными причинами: 1) изменение степени развития элювиального процесса в связи с различным положением участков по элементам рельефа и поверхностным перераспределением влаги; 2) изменение характера биологического кругооборота веществ в связи с последовательной сменой одних биологических группировок другими; 3) изменение концентрации растворов по мере их испарения при движении из автономных в геохимически подчиненные фации с выпадением трудно растворимых соединений; 4) изменение окислительно-восстановительного потенциала и связанные с ним осаждение и растворение веществ, меняющих подвижность при различных степенях окисления и т.д.

*Межбарьерными ландшафтами* называются совокупности элементарных ландшафтов, характеризующиеся единым видом миграции элементов и расположенные между двумя геохимическими барьерами одного класса (Алексеевко, 1990) (рис. 65).

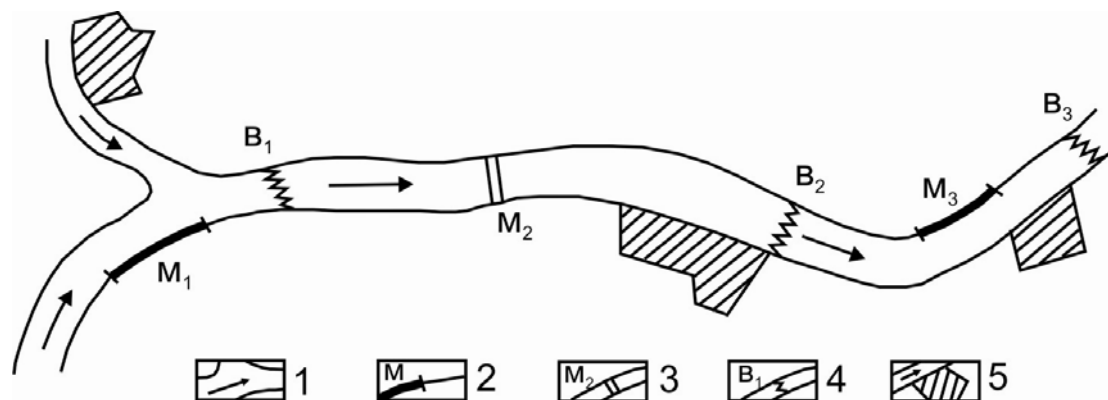


Рис. 65. Межбарьерные ландшафты на реке (по В.А. Алексеевко, 1990)

1 – река и ее направление течения, 2-4 – барьеры:

2 – механический природный, 3 – механический техногенный (плотина),

4 – сероводородный, 5 – населенные пункты

Выделение межбарьерных ландшафтов связано с определенным видом миграции и с определенной формой нахождения элементов в миграционном потоке. Так, объединение в одну группу элементарных ландшафтов, составляющих межбарьерные ландшафты между механическими барьерами, обусловлено процессами механической миграции элементов в минеральной форме в минеральном потоке. Элементарные ландшафты, расположенные между сероводородными барьерами, объединяет миграция элементов, находящихся в форме водных растворов, заканчивающаяся на сероводородных барьерах, где эти элементы переходят в минеральную форму (в трудно растворимые сульфиды).

Обычно миграция элементов идет одновременно в нескольких разных формах и на одном участке можно выделить несколько межбарьерных ландшафтов, взаимно перекрывающих друг друга.

Выделение межбарьерных ландшафтов необходимо для установления положения месторождения или источника загрязнения окружающей среды определенными элементами, мигрирующими в интересующей нас форме. Для этого проводится детальное опробование участков, представляющих собой геохимические барьеры. Если повышенная концентрация свинца и цинка отмечается только на третьем механическом барьере, то источник поступающей в реку минеральной взвеси с повышенным содержанием этих металлов находится в пределах межбарьерного ландшафта, ограниченного вторым ( $M_2$ ) и третьим ( $M_3$ ) механическими барьерами (рис. 65).

## 9. Основы ландшафтного планирования

### 9.1. Направления ландшафтного планирования

По мере развития человеческого общества возникает необходимость оптимизации его существования в окружающей среде, которая представлена разнообразными природными ландшафтами. В настоящее время пришло осознание необходимости сознательного создания высокоэффективных культурных ландшафтов или территориальных природно-хозяйственных систем, благоприятных для жизнедеятельности людей и хорошо вписывающихся в окружающие ландшафтные геосистемы.

Ландшафтное планирование ориентировано на формирование культурных ландшафтов путем совершенствования территориальной структуры и функционирования природно-хозяйственных геосистем, а также технологий хозяйственной деятельности в соответствии с ландшафтными особенностями территорий. С естественнонаучных позиций ландшафтное планирование – это одно из направлений активной адаптации человечества с его хозяйственной деятельностью в окружающих ландшафтах или окружающей среде. С хозяйственно-экономических позиций ландшафтное планирование – это экологизированное направление территориального планирования жизнедеятельности человека и общества (Казаков, 2007).

Ландшафтное планирование – это разновидность территориального планирования хозяйственной деятельности, учитывающая ландшафтно-экологические особенности территорий и планируемых на них видов природопользования. Оно ориентировано на территориальную оптимизацию организационной структуры ландшафтов и технологий производства в природно-хозяйственных системах в целях их эффективного длительного функционирования при сохранении или улучшении экологического состояния природной среды.

Ландшафтное планирование – это ландшафтно-экологически обоснованная территориальная организация природы и хозяйства культурных ландшафтов, направленная на эффективное использование и сохранение природных ресурсов, а также на материальную, экологическую и эстетическую оптимизацию условий жизнедеятельности человека в природе. Общая цель ландшафтного планирования – повышение эффективности производства, увеличение качественной биопродуктивности и биоразнообразия ландшафтов при сохранении устойчивости геосистем и благоприятных условий жизнедеятельности человека (Казаков, 2007).

В настоящее время многие проблемы при территориальном планировании обусловлены тем, что ландшафт в России до сих пор не стал

объектом права. В Российской Федерации отсутствует правовая база для использования ландшафтного планирования, развития его средств и методов. Ландшафты как реальность не упоминаются в важнейших законах России, в том числе базовом для всего экологического права Федеральном законе «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ. Нет упоминания о ландшафтах в подавляющем большинстве действующих СНиПов и СанПиНов, которые непосредственно определяют порядок важнейших процедур освоения территории и природопользования, формируют комплекс мероприятий по защите природы и реализации прав человека на благоприятную среду обитания (Колбовский, 2008).

Можно выделить несколько направлений ландшафтного планирования:

- преобразование ландшафтов для придания им более благоприятных для жизнедеятельности свойств (мелиорация);
- ландшафтно-экологическое планирование в целях эколого-экономической оптимизации размещения хозяйственной деятельности и объектов;
- ландшафтное планирование технологий производства, используемого сырья и защитных мероприятий на существующих хозяйственных объектах;
- ландшафтное планирование размещения и организации селитебных территорий в целях оптимизации их функционального (производственного и коммунально-бытового) зонирования и экологического благополучия;
- ландшафтное планирование преобразований в ландшафтах для повышения их устойчивости к антропогенным воздействиям (инженерно-экологические перестройки ландшафтов, компенсационные мероприятия и др.);
- ландшафтное планирование охраны природы и восстановления деградированных земель;
- ландшафтное планирование в целях повышения эстетической привлекательности рекреационных, селитебных и других территорий.

В настоящее время в ландшафтном планировании хозяйственной деятельности выделились три наиболее общих направления.

1. Экономическое или функционально-производственное, ландшафтное планирование, ориентированное на минимизацию издержек хозяйственной деятельности от региональных и местных природных ландшафтных факторов. Ведущая роль в этом направлении ландшафт-

ного планирования принадлежит инженерной географии и природно-прикладному районированию, районным планировкам.

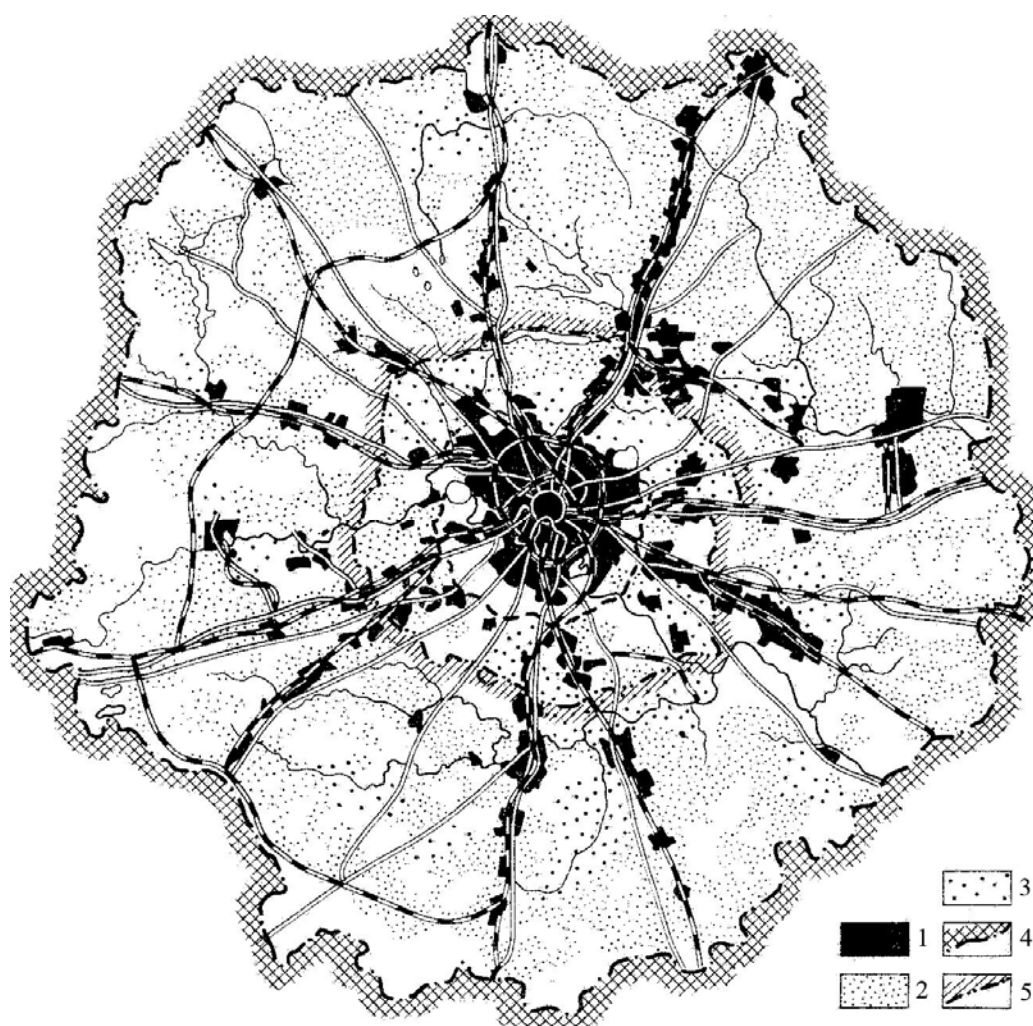
2. Ландшафтно-экологическое планирование, ориентированное на предотвращение или снижение ущербов природе от хозяйственной деятельности и на сохранение или создание благоприятных условий жизнедеятельности человека. Здесь ведущая роль принадлежит геоэкологии или ландшафтной экологии. Значительное внимание ландшафтно-экологическому планированию хозяйственной деятельности, в том числе при ее размещении, уделяется в районных планировках. Разработка региональных систем и сетей ООПТ также в значительной степени базируется на их ландшафтном планировании. Выделение водоохранных зон, разработка противозерозионных и мелиоративных мероприятий, формирование природно-экологического каркаса территорий должны учитывать ландшафтную структуру территорий и, следовательно, вестись на основе ландшафтного планирования.

3. Эстетическое ландшафтное планирование с ведущей ролью ландшафтной архитектуры и ландшафтно-эстетического дизайна. В настоящее время это одно из наиболее разработанных направлений в ландшафтном планировании, что связано с большими наработками в области ландшафтной архитектуры и дизайна, наличием множества соответствующих учебных пособий.

Для изучения и ландшафтного планирования природно-антропогенных, культурных ландшафтов строят их идеальные модели. Построение моделей ориентировано на выявление общих гармонических составляющих природы. В основе их лежат теоретически установленные соотношения размеров и форм, геометрически правильных фигур и построений. Идеальные модели служат ориентиром и критерием оптимальности при ландшафтном планировании территорий природно-хозяйственных систем. Критериями оптимальности и правильности ландшафтного планирования могут быть геометрически и геоэкологически идеальные построения, соотношения, чередования, закономерные сочетания природных, природно-антропогенных и хозяйственных объектов и структур в природно-хозяйственных системах, а также эффективность их функционирования. Такой подход позволяет упростить и облегчить исследование сложных явлений путем абстрагирования от второстепенных, случайных факторов или свойств.

Природе свойственно ограниченное количество исходных идеальных форм и законов ее проявления, а все существующее ее разнообразие связано с их сочетаниями. В основе таких сочетаний лежат различные физико-математические законы и принципы, геометрически правильные построения и фигуры, их сочетания и соотношения размеров.

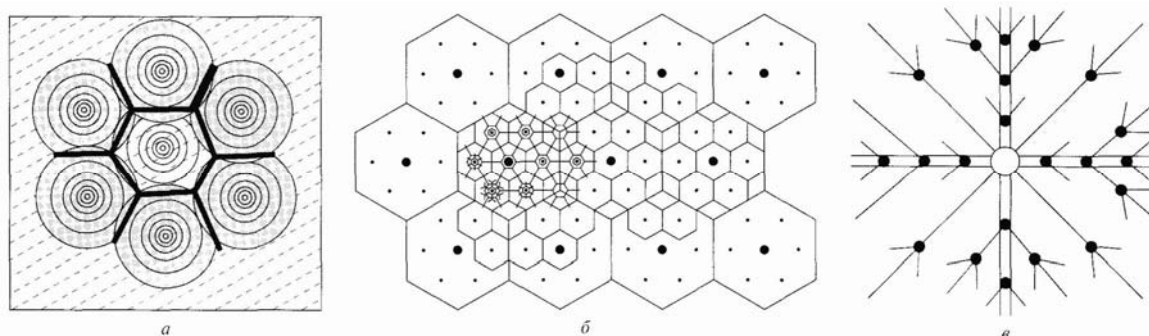
Например, принципы подобия и разномасштабного самоподобия различных форм проявления симметрии и асимметрии, золотого сечения, поляризации и др. (Николаев, 2005). На их основе в градостроительстве, региональном планировании и экономической географии используются концентрические, радиально-лучевые, кольцевые, сетевые, «плотной упаковки» и другие модели размещения и организации природно-хозяйственных систем разных типов. Такие модели отражают естественно складывающуюся структуру расселения и других видов хозяйственной деятельности, частично подправленные учеными и проектировщиками как те или иные идеальные, «правильные» фигуры или структуры (рис. 66).



*Рис. 66. Радиально-кольцевая структура Московской агломерации (Ланно, 1997)*

*1 – города и поселки, 2 – зеленые насаждения, 3 – места и учреждения общественного отдыха, 4 – граница пригородной зоны, 5 – граница лесопаркового пояса*

Широко известны модели идеального оптимизированного экономического и расселенческого ландшафта В. Кристаллера и А. Леша. Это модели «центральных мест», в которых обосновываются и вводятся иерархические уровни населенных пунктов и административных территории. При их геометрически правильном, экономически оптимальном территориальном размещении формируется разноранговая сеть, или решетка, из плотно подогнанных по принципу плотной упаковки или пчелиных сот шестигранников (рис. 67).



*Рис. 67 Решетка Кристаллера – теория центральных мест  
(Колбовский, 2008)*

*а - возникновение гексагональной решетки в результате перекрытия круговых зон влияния очагов освоения; б – центральные места, перехватывающие функции соседних фокусов; в – развивающаяся транспортная анизотропность в модели центральных мест*

В большинстве экономико-географических идеальных моделях не учитываются ландшафтные особенности территории. Экологизированной моделью организации природно-хозяйственных систем является идеальная модель поляризованного ландшафта Б.Б. Родомана (1999).

В ней городские территории, промышленные зоны, негативно влияющие на экологическую обстановку окружающей среды, и природа пространственно поляризованы – удалены друг от друга в противоположные части территории и разделены переходными природно-антропогенными ландшафтами разного хозяйственного назначения (рис. 68). Модель весьма пластична. В зависимости от природных особенностей территории (горы, побережья водоемов и др.) и ее хозяйственной специализации модель может локально деформировать свою структуру, не разрушая структурную, экологическую и природно-хозяйственную целостность природно-хозяйственной системы и прилегающих территорий.

Основа концепции Б.Б. Родомана – признание городских и заповедных ландшафтов полярно противоположными и равноценными эле-

ментами современной биосферы, которые необходимо разделить промежуточными функциональными зонами для того, чтобы возникал постепенный щадящий переход от искусственной среды к естественной, от интенсивного хозяйства к экстенсивному, от многолюдных многоэтажных и постоянных поселений к малолюдным, малоэтажным и постоянным, наконец, от густой транспортной сети к бездорожью, необходимому для охраны природы (Родоман, 1999).

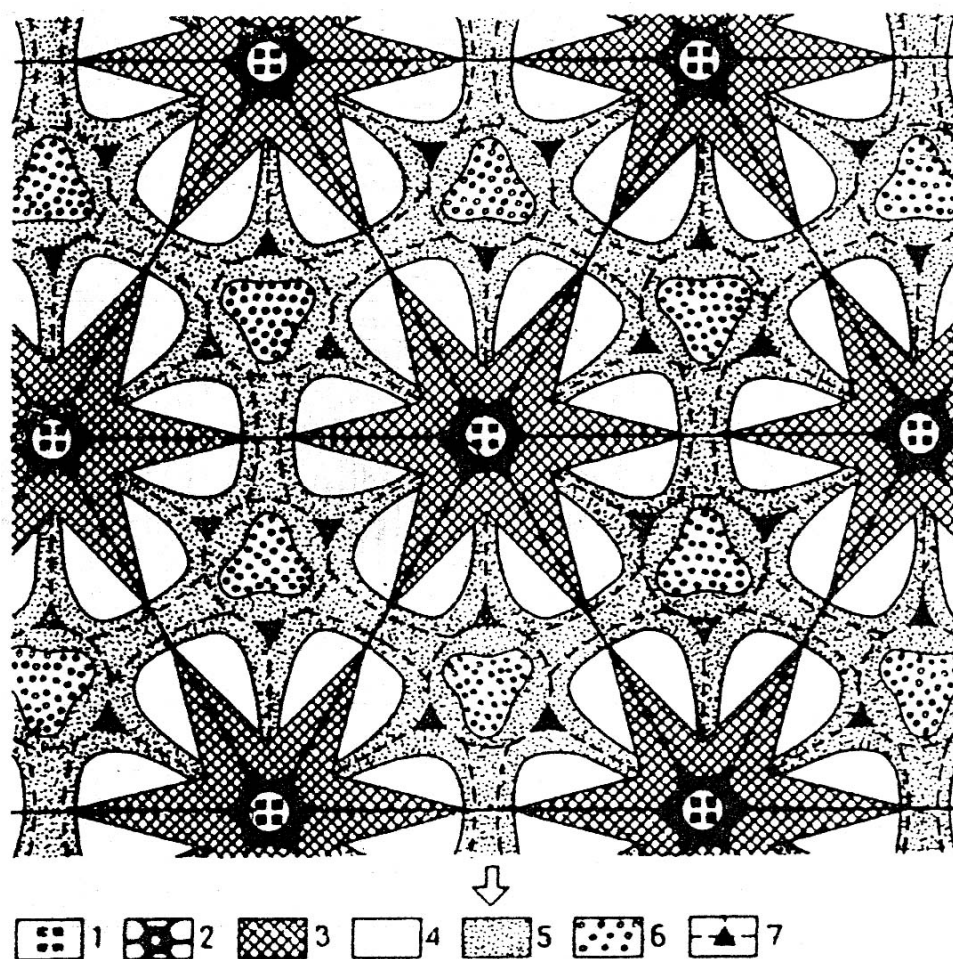


Рис. 68. Модель поляризованного культурного ландшафта с радиально-узловой структурой (по Б.Б. Родоману, 1999)

1 – городские историко-архитектурные центры; 2 – общественное обслуживание и пути сообщения; 3 – городские жилые районы и обрабатывающая промышленность; 4 – пригородное сельское хозяйство; 5 – естественные луга, пастбища, охотничьи угодья, загородные рекреационные территории; 6 – природные заповедники; 7 – рекреационные комплексы и соединяющие их дороги

Ландшафт не является идеальной системой. Природный ландшафт, а тем более природно-антропогенный – это открытая, многофункциональная, развивающаяся геосистема. Поэтому в ней всегда будет суще-

ствовать возможность зарождения элементов хаоса, особенно на нижних уровнях ее организации, приводящих к изменениям в геосистеме. Природно-антропогенные ландшафты являются с этой точки зрения несовершенными системами. Ландшафтное планирование позволяет раскрыть перспективы совершенствования и возможные направления развития природно-антропогенных ландшафтов с превращением их в культурные ландшафты. Тем не менее, учитывая то, что ландшафтное планирование ориентировано на оптимизацию природно-хозяйственных систем, оно может и должно использовать наработки по конструированию идеальных моделей территориальных социально-экономических систем, имеющиеся в экономической географии и градостроительстве.

## **9.2. Территориальные объекты и уровни ландшафтного планирования**

К территориальным объектам, на которые распространяются нормативы и правила ландшафтного планирования, относятся (Казаков, 2007):

- административные районы;
- селитебные (городские, поселковые и др.) территории – участки территорий жилого, общественного, производственного и рекреационного назначения;
- территории промышленных и других производственных комплексов с их местной инфраструктурой;
- функционально-планировочные зоны жилого, общественного, производственного и рекреационного назначения;
- территории системы объектов социальной, транспортной и инженерной инфраструктур, общественные территории и комплексы элементов благоустройства территорий;
- функционально-планировочные зоны районов – жилые микрорайоны и иные виды жилых зон, общественные центры городского и районного значений, производственные зоны, рекреационные зоны и объекты (парки, сады, бульвары, скверы, особо охраняемые природные и природно-исторические комплексы с рекреационными зонами);
- элементы территорий объектов жилищного, общественного, производственного, транспортного, бытового, рекреационного и природоохранного назначения;
- территории социально значимых объектов – дошкольные учреждения, объекты образовательные, здравоохранения, культуры, социального обеспечения, торгового и бытового обслуживания, обеспечивающие обслуживание населения в соответствии с градостроительными,

социальными, санитарно-гигиеническими, экологическими и другими нормативами;

- зоны, участки и объекты индивидуального жилищного, дачного и иного строительства, обособленные производственные зоны, сельскохозяйственные угодья и объекты;

- общественные территории (общего пользования) – участки функционально-планировочных зон, предназначенные для обеспечения свободного доступа людей к объектам и их комплексам важного общественного значения (прибрежным территориям водоемов, паркам, лесам, спортивным и другим рекреационным оздоровительным и природоохранным объектам, памятникам истории, культуры, природы, дорогам, местам хранения транспорта и др.), а также территории, необходимые для дорожного строительства, обеспечивающие пешеходную и транспортную связь между социально значимыми объектами, зонами и участками;

- территории природо- и средоохранного назначения (водоохранные и др.).

Существует несколько территориальных уровней и направлений ландшафтного (геоэкологического) планирования, соответствующих планированию, проектированию и управлению на государственном, регионально-административном, локальном и местном уровнях. Результаты каждого вышестоящего уровня территориальных проработок по правилам планирования должны служить документом работ на нижних территориальных уровнях планирования и проектирования хозяйственной деятельности. Стадийность и одновременно иерархичность планирования и проектирования состоит в последовательном переходе от мелкомасштабных, обзорных генеральных схем к детальным крупномасштабным проектам.

В настоящее время выделяется несколько уровней планирования, проектирования и управления хозяйственной деятельностью (Казаков, 2007).

На *федеральном макроуровне* разрабатываются и обосновываются концепции, генеральные схемы и планы развития хозяйственной деятельности на территории страны, крупных регионов, экономических районов, в том числе отраслевые схемы промышленного развития, схемы расселения и охраны природы. Операционными единицами на этом уровне ландшафтно-экологического планирования хозяйственной деятельности являются природные зоны, физико-географические провинции и ландшафтные районы. Масштабы картографических работ при этом колеблются от 1:5 000 000 для генеральных схем (расселения и др.)

до 1 : 2 500 000 – 1 : 1 000 000 (крупнорегиональные схемы развития производительных сил).

*Региональный* уровень ландшафтного планирования и проектирования соответствует геоэкологическому обоснованию схем и проектов районной планировки. Этому уровню соответствуют масштабы исследовательских работ и картографических материалов 1 : 500 000 – 1 : 25 000. Основными операционными единицами ландшафтного планирования являются ландшафтные районы, ландшафты и местности.

На *мелкорегиональном* территориальном уровне разрабатываются обоснования проектов районных планировок небольших районов, округов и отдельных поселений, промзон, земельных угодий в масштабах 1 : 50 000 – 1 : 10 000. Основными операционными единицами ландшафтного планирования на этом уровне являются ландшафты, местности и урочища.

*Локальный (местный)* территориальный уровень включает операционные единицы рангов местности, урочищ и подурочищ. На этом уровне проводятся ландшафтно-архитектурные проработки и обоснование проектов планировки населенных мест, промышленных зон и особо охраняемых территорий, детальной планировки застройки центров, жилых и промышленных районов городов, разрабатываются планы и проекты землеустройства. Работы ведутся в масштабах 1 : 25 000— 1 : 2 000.

*Микротерриториальный* уровень ландшафтно-экологической архитектуры и дизайна, на котором обосновываются и разрабатываются проекты застройки и оформления центров поселений, микрорайонов и промплощадок, городских и пригородных парковых комплексов, отдельных зданий, скверов, садово-дачных и коттеджных ансамблей. Ландшафтно-архитектурные разработки малых архитектурных форм осуществляются в масштабах 1 : 2 000 и крупнее. Его операционными единицами становятся ПТК рангов урочищ, подурочищ и даже фаций.

В настоящее время в России региональное планирование и проектирование отошли на второй план. Однако усилился интерес к ландшафтной архитектуре и ландшафтно-экологическому дизайну на местном и микроуровнях.

Каждому иерархическому уровню планирования ландшафтов соответствуют виды документов правовой базы (табл. 6).

Таблица 6

Уровни ландшафтного планирования и проектирования  
(по Е.Ю. Колбовскому, 2008)

Уровни	Подуровни	Виды документов
Уровень ландшафтного планирования	Верхний межрегиональный	Схемы экологического каркаса федеральных округов. Национальные схемы туристического траста. Ландшафтные планы мегаполисов и зон их влияния. Ландшафтные планы акваторий крупных равнинных водохранилищ и водоохраных зон крупнейших рек и озер.
	Макроуровень региональный	Ландшафтные планы правового (функционального) зонирования субъектов Российской Федерации. Районные планировки краев и областей Российской Федерации. Ландшафтные подосновы схем территориального планирования крупнейших городов и городских округов. Региональные схемы развития туризма и рекреации.
	Мезоуровень внутрирегиональный	Ландшафтные планы в составе схем территориального планирования муниципальных образований. Системы охраняемых природных территорий – региональный экологический каркас. Ландшафтные планы средних и малых городов (в составе работ по территориальному планированию). Ландшафтные планы водоохраных зон средних рек.
Уровень ландшафтного проектирования	Локальный (местный)	Ландшафтные планы территорий сельского самоуправления и отдельных хозяйств. Ландшафтные планы национальных и природных парков и туристско-рекреационных местностей. Ландшафтные планы сельских населенных пунктов в составе территориальных планов поселений. Ландшафтные планы городских микрорайонов и кварталов.
	Топоуровень ландшафтно-архитектурный	Ландшафтные проекты отдельных туристских комплексов. Ландшафтные проекты частных владений. Ландшафтные проекты придомовых пространств в городе. Ландшафтные проекты парков, скверов, садов

Верхнему уровню ландшафтного планирования соответствует конструирование экологического каркаса административной области, края или автономной республики Российской Федерации. Средний уровень экологического планирования должен быть реализован в отдельных сельских районах – муниципальных округах области. Наконец, нижний уровень связан с ландшафтным планированием в рамках отдельных хозяйств (фермерские, коллективные хозяйства).

### **9.3. Экологический каркас в системе ландшафтного планирования**

Под *экологическим каркасом* следует понимать полярно дистанцированную от центров и осей хозяйственной деятельности композицию природных (диких) и культурных экосистем, построенную на основе крупных резерватов, соединенных экологическими коридорами, обеспечивающими экологическую стабильность (относительный гомеостаз) вмещающего пространства соответствующего уровня (региона, хозяйства, территории сельского самоуправления, городского округа) (Колбовский, 2008).

Функции экологического каркаса могут быть сформулированы следующим образом:

- воспроизводство основных компонентов природной среды, обеспечивающее необходимый баланс в межрегиональных потоках вещества и энергии;
- соответствие силы антропогенного давления уровню биохимической активности и физической устойчивости природной среды, в том числе наличие условий для достаточно высоких темпов биологической переработки загрязнений, стабилизации воздействия на ландшафт транспортных, инженерных и рекреационных нагрузок;
- баланс биологической массы в ненарушенных или слабо нарушенных хозяйственной деятельностью основных ландшафтах региона;
- максимально возможные в данных условиях разнообразие и сложность входящих в регион экологических систем.

Формирование экологического каркаса связано с созданием сложной сети охраняемых природных территорий, между которыми располагаются антропогенные ландшафты с центрами хозяйственного освоения. Влияние данных центров на природу по мере удаления от них должно уменьшаться вплоть до его полного прекращения. В связи с этим экологический каркас любого региона должен включать следующие основные блоки-элементы:

а) крупноареальные элементы – базовые резерваты: территории, которые имеют полный набор абиотических условий, сообществ и экосистем каждого региона;

б) линейные элементы – экологические коридоры: оси экологической активности, обеспечивающие объединение разрозненных популяций в метапопуляцию;

в) локальные (местные) элементы – наиболее многочисленная группа в составе сети живой природы, объединяющая самые разнообразные объекты в целях охраны раритетов природы и материальной культуры, выполняющих эстетические и социальные функции;

г) буферные зоны – зоны особого регулирования, призванные нивелировать внешние негативные воздействия (табл. 7).

*Таблица 7*

Блоки и виды объектов экологического каркаса региона  
(по Е.Ю. Колбовскому, 2008)

Типы основных блоков	Виды объектов	Основные функции
Крупноареальные базовые резерваты	Заповедники, заказники, национальные и природные парки, леса I и II групп, крупные по площади памятники природы, др. значительные территории с особым режимом использования	Сохранение природных комплексов, поддержание разнообразия местообитаний и видов, создание условий для рекреации
Линейные блоки – экологические коридоры	Русловые комплексы и поймы крупных рек, долины малых рек и водотоков, полосные леса на водоразделах, озелененные коридоры транспортной и инженерно-технической инфраструктуры, защитные лесопосадки	Поддержание связи между резерватами, обеспечение перемещения подвижных компонентов природы, защита речных русел и пойм, изоляция линейно выраженных зон антропогенной нагрузки – автострад, железных дорог
Точечные (локальные, местные) элементы	Небольшие памятники природы различного профиля, зеленые зоны небольших населенных пунктов, охраняемые объекты неживой природы, памятники истории и культуры	Охрана отдельных уникальных объектов природы и материальной культуры, выполнение ресурсосберегающих, социальных, эстетических функций

Типы основных блоков	Виды объектов	Основные функции
Буферные зоны	Водоохранные зоны, охранные зоны ООПТ, курортные зоны и зоны охраны бальнеологических и других объектов, санитарно-защитные, шумовые и другие зоны дискомфорта, охранные зоны горных выработок и водозаборов, зоны возможных чрезвычайных ситуаций (затопления и др.)	Предотвращение или минимизация внешних антропогенных воздействий, благоустройство территории, защита от негативных природно-антропогенных процессов, пожаров, браконьерства и др.
Территории рекультивации и восстановления природы	Рекультивируемые карьеры, отвалы, восстановленные ландшафты, облесенные вырубki	Оптимизация, реабилитация, восстановление геосистем

Основой экологического каркаса должна стать природоохранная сеть, охватывающая наиболее важные с точки зрения поддержания ландшафтно-экологического равновесия территории. Ее создание должно учитывать вещественно-энергетические связи в ландшафтах и включать три типа объектов: во-первых, природно-географические окна (узлы) – зоны, уязвимые в экологическом отношении и способные распространить антропогенное влияние (верховья основных рек, скопление озер, крупнейшие болота и др.); во-вторых, транзитные коридоры – основные «магистральи», связывающие узлы в единую систему (долины рек, вереницы озер, пути миграции животных и др.); в-третьих, буферные полосы – зоны охраны узлов и транзитных коридоров (верховья притоков рек, защитные лесополосы и др.) (рис. 69). Природно-географические окна и транзитные коридоры должны охватывать комплексные заказники, национальные парки, заповедники; буферные полосы – защитные зоны различного назначения (Емельянов, 2006).

Формирование природоохранного каркаса способствует созданию экологического равновесия в системе «общество – природа», т.е. такого баланса естественных и измененных человеком средообразующих компонентов и ресурсов, который ведет к устойчивому существованию и развитию гео- и экосистем региона. В связи с этим, данный каркас – необходимый элемент экологического планирования, т.е. расчета потенциально возможного изъятия или иной эксплуатации природных ресурсов или территорий без заметного нарушения существующего или намечаемого хозяйственно целесообразного экологического равновесия и

без нанесения существенного ущерба одной хозяйственной отрасли другим в случае совместного использования ими естественных благ (Реймерс, 1990).

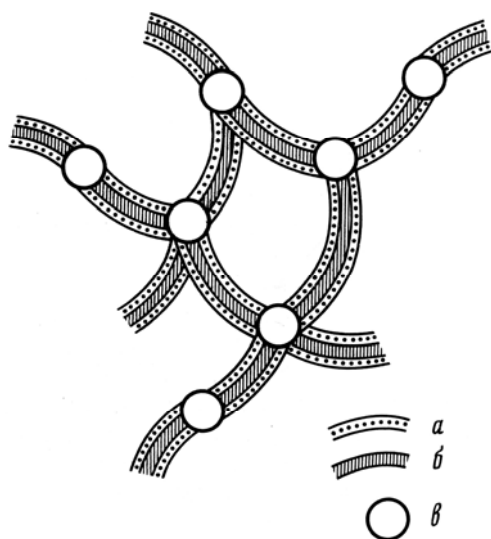


Рис. 69. Схема построения природоохранной сети  
(Геоэкологические основы..., 1989)  
а – буферные полосы, б - транзитные коридоры, в - природно-географические окна

Представление об экологическом планировании дает «идеальная» территориальная схема региона Н. Ф. Реймерса и Ф. Р. Штильмарка (1978). На схеме (рис. 70) показаны природоохранные объекты, являющиеся экологическим каркасом территории, которые должны функционировать в каждом регионе независимо от физико-географических условий.

Для сохранения экологического баланса наиболее уязвимые верховья и дельты рек необходимо включать в состав заповедников, окруженных буферными охранными зонами и заказниками, позволяющими расширять ареалы охраны отдельных видов живых и абиотических компонентов природы.

Отдельно должны располагаться национальные парки, совмещающие одновременно природоохранные и рекреационные функции.

В функционально неразрывную систему должны войти природные парки и зеленые зоны вокруг населенных пунктов, обеспечивающие здоровую природную среду населенных мест и рекреационные нужды их жителей. Зеленые зоны могут совмещаться с местностями традиционного быта, природно-историческими участками, зонами отдыха и представлять собой сочетание агро- и экосистем интенсивного пригородного хозяйства с учетом своей рекреационной роли.

Курортные зоны целесообразно дополнять морскими национальными парками. Внутри этих зон можно создавать все формы природных охраняемых территорий за исключением крупных заповедников, хотя местные строгие резерваты вполне уместны.

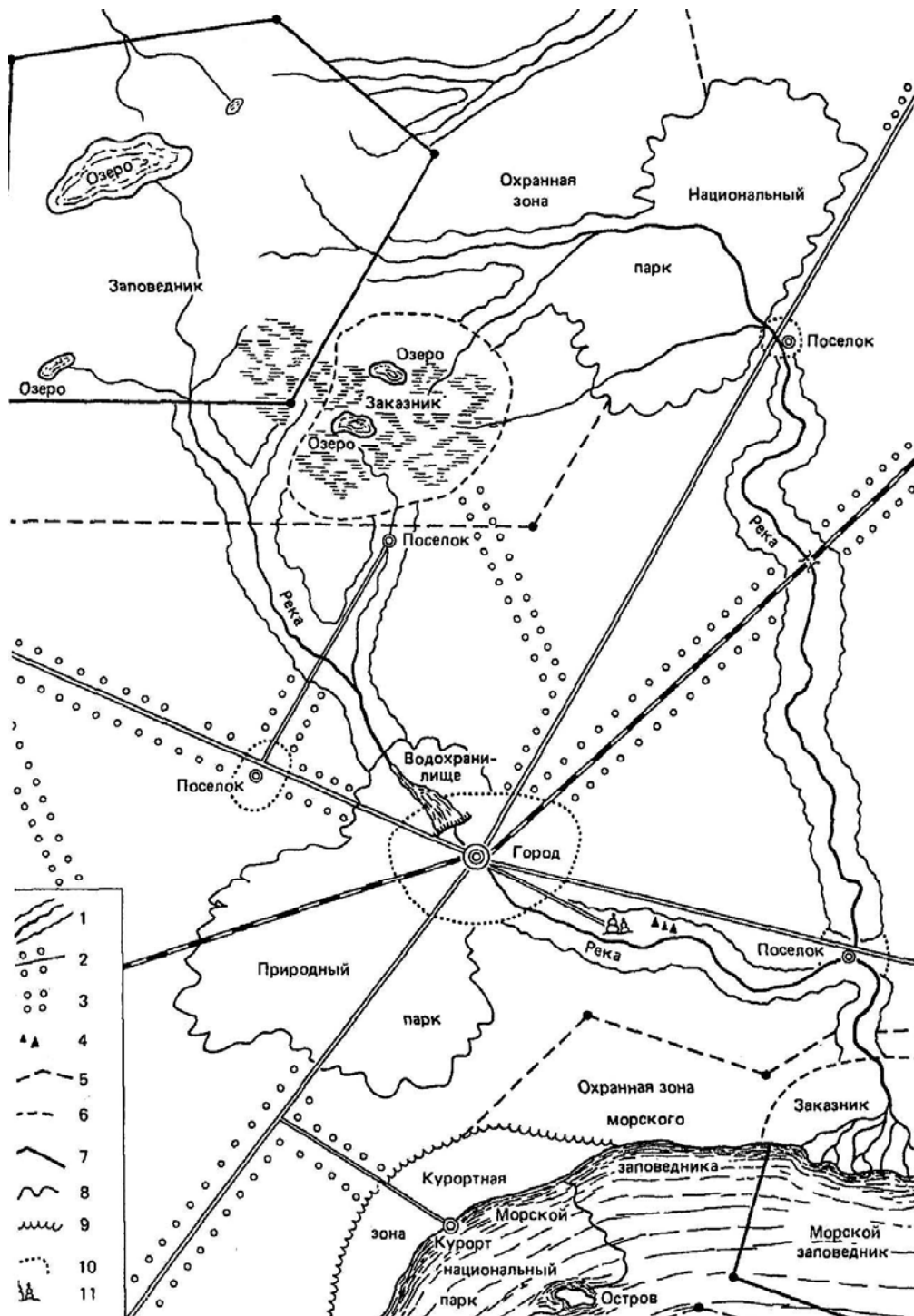


Рис. 70. «Идеальный» территориальный план, обеспечивающий экологический баланс (по Н.Ф. Реймерс, и Ф. Р. Штильмарку, 1990)

- 1 – границы водоохранных зон вдоль рек;
- 2 – защитные полосы вдоль дорог;
- 3 – почвозащитные лесные (растительные) полосы;
- 4 – памятники природы;
- 5 – границы охранных зон;
- 6 – границы заказников;
- 7 – границы заповедников;
- 8 – границы национальных и природных парков;
- 9 – границы курортных зон;
- 10 – границы зеленых зон вокруг населенных пунктов;
- 11 – исторические памятники

Конкретное положение сохраняемых и используемых территорий будет зависеть от региональных физико-географических и экологических условий и других обстоятельств, определяемых в процессе планирования и проектирования. Размер, конфигурация и соотношение всех площадей должны обеспечивать экологическое равновесие, в свою очередь создающее благоприятный ресурсный баланс для развития хозяйства (достаточная водообеспеченность, защищенность от эрозии и т.п.), условия здоровой природной среды для жизни людей, их работы и отдыха.

Для закрепления материала в целом по ландшафтоведению студентам предлагается комплексная практическая работа, охватывающая обширный материал по предмету (приложение 5).

Для самостоятельной познавательной деятельности студентов в приложении 6 дается перечень тем для написания рефератов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данное учебное пособие призвано помочь студентам-геоэкологам при изучении базовой дисциплины «Ландшафтоведение», которая изучает ландшафтные геосистемы разных рангов, их структуру, свойства, функционально-динамические свойства. При этом ландшафты понимаются как особая форма организации природы. Ландшафтный подход способствует формированию мировоззрения, основанного на понимании того, что компоненты окружающей среды взаимосвязаны и взаимозависимы. Поэтому любое явление или процесс, находясь в пределах какого-либо ландшафта, воздействуют прямо или опосредованно на его структуру, что может вызвать необратимые изменения, часто негативные.

В связи с усилением роли антропогенного фактора в формировании ландшафтов, развитием и обострением региональных экологических кризисов особенно актуальным становятся исследования закономерностей антропогенезации ландшафтов и ландшафтной оболочки в целом. Поэтому данной тематике уделено достаточно большое внимание.

Современное ландшафтоведение все больше ориентируется на эффективное использование, сохранение и повышение природного и природно-антропогенного потенциала ландшафтов путем планирования и проектирования культурных ландшафтов различного назначения.

Ландшафтоведение в настоящее время занимает свое место в науке и практике, которое никто не оспаривает. При этом очевидно, что ни одна проблема природопользования не решается с позиций отдельно взятой науки. Только комплексный ландшафтно-геоэкологический подход способен это сделать.

## Литература

### Основная

1. *Алексеев В.А.* Геохимия ландшафта и окружающая среда / В.А. Алексеев. – М.: Недра, 1990. – 142с.
2. *Арманд Д.Л.* Наука о ландшафте / Д.Л. Арманд. – М., 1975. – 288с.
3. *Беручашвили Н.Л.* Геофизика ландшафта / Н.Л. Беручашвили. – М.: Высшая школа, 1990. – 287с.
4. *Гвоздецкий Н.А.* Основные проблемы физической географии / Н.А. Гвоздецкий. – М.: Высшая школа, 1979. — 222с.
5. Геохимия ландшафтов и география почв / под ред. Н.С. Касимова, М.И. Герасимовой. – Смоленск, 2002. – 456с.
6. *Глазовская М.А.* Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов / М.А. Глазовская. – Смоленск: Ойкумена, 2002. – 288с.
7. *Голованов А.И.* Ландшафтоведение / А.И. Голованов, Е.С. Кожанов, Ю.И. Сухарев. – М., 2005. – 214с.
8. *Дьяконов К.Н.* Геофизика ландшафта / К.Н. Дьяконов. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 95с.
9. *Исаченко А.Г.* Ландшафтоведение и физико-географическое районирование / А.Г. Исаченко. – М., 1991. – 366с.
10. *Казаков Л.К.* Ландшафтоведение с основами ландшафтного планирования / Л.К. Казаков. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 336с.
11. *Колбовский Е.Ю.* Ландшафтное планирование: учебное пособие / Е.Ю. Колбовский. – М.: Академия, 2006. – 480с.
12. *Мамай И.И.* Динамика ландшафтов / И.И. Мамай. – М., 1992. – 126с.
13. *Мильков Ф.Н.* Ландшафтная сфера Земли / Ф.Н. Мильков. – М.: Мысль, 1970. – 207с.
14. *Мильков Ф.Н.* Физическая география. Учение о ландшафте и географическая зональность / Ф.Н. Мильков. – Воронеж, 1986. – 326с.
15. *Николаев В.А.* Ландшафтоведение: эстетика и дизайн / В.А. Николаев. – М.: АспектПресс, 2005. – 174с.
16. *Перельман А.И.* Геохимия ландшафтов / А.И. Перельман, Н.С. Касимов. – М., 1999. – 768с.
17. *Солнцев В.Н.* Системная организация ландшафтов (проблемы методологии и теории) / В.Н. Солнцев. – М.: Мысль, 1981. – 239с.
18. *Сочава В.Б.* Введение в учение о геосистемах / В.Б. Сочава. – Новосибирск: Наука, 1978. – 317с.

Дополнительная

19. *Авессаломова И.А.* Экологическая оценка ландшафтов / И.А. Авессаломова. – М., 1992. – 120с.
20. *Алексеенко В.А.* Биосфера и жизнедеятельность: Учебное пособие / В.А. Алексеенко, Л.П. Алексеенко. – М.: Логос, 2002. – 212с.
21. *Берг Л.С.* Географические зоны Советского Союза / Л.С. Берг. – М.: Гос-е изд-во географической литературы, 1947. – 397с.
22. *Беручашвили Н.Л.* Четыре измерения ландшафта / Н.Л. Беручашвили. – М., 1986. – 182с.
23. *Викторов А.С.* Основные проблемы математической морфологии ландшафтов / А.С. Викторов. – М.: Наука, 2006. – 252с.
24. *Викторов С.В.* Ландшафтная индикация и ее практическое применение / С.В. Викторов, А.Г. Чикишев. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 197с.
25. *Виноградов Б.В.* Основы ландшафтной экологии / Б.В. Виноградов. – М.: Геос, 1998. – 418с.
26. *Волкова В.Г.* Техногенез и трансформация ландшафтов / В.Г. Волкова, Н.Д. Давыдова. – Новосибирск: Наука, 1987. – 186с.
27. *Геоэкологические основы территориального проектирования и планирования / под ред. В.С. Преображенского, Т.Д. Александровой.* – М.: Наука, 1989. – 144с.
28. *Егоренков Л.И.* Геоэкология: учебное пособие / Л.И. Егоренков, Б.И. Кочуров. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 320с.
29. *Емельянов А.Г.* Основы природопользования: учебник для студ. высш. учеб. заведений / А.Г. Емельянов. – М.: Академия, 2006. – 304с.
30. *Зубов С.М.* Основы геофизики ландшафта / С.М. Зубов. – Минск, 1985. – 190с.
31. *Исаченко А.Г.* Методы прикладных ландшафтных исследований / А.Г. Исаченко. – Л., 1980. – 220с.
32. *Исаченко А.Г.* Оптимизация природной среды / А.Г. Исаченко. – М., 1980. – 264с.
33. *Колбовский Е.Ю.* Ландшафтоведение: учебное пособие / Е.Ю. Колбовский. – М.: Академия, 2008. – 336с.
34. *Константинов В.М.* Охрана природы: учебное пособие / В.М. Константинов. – М.: Академия, 2000. – 240с.
35. *Константинов В.М.* Экологические основы природопользования / В.М. Константинов, Ю.Б. Челидзе. – М.: Академия, 2001. – 208с.
36. *Куракова Л.И.* Современные ландшафты и хозяйственная деятельность / Л.И. Куракова. – М.: Просвещение, 1983. – 156с.
37. *Ландшафтоведение: теория и практика / под ред. И.И. Мамай, В.А. Николаева // Вопросы географии. Научный сборник Московского*

филиала Географического общества СССР, сб. 121. – М.: Мысль, 1982. – 224с.

38. *Ласточкин А.Н.* Геоэкология ландшафта: экологические исследования окружающей среды на геотопологической основе / А.Н. Ласточкин. – СПб., 1995. – 280с.

39. *Макеев П.С.* Природные зоны и ландшафты / П.С. Макеев. – М., 1956. – 319с.

40. *Макунина А.А.* Функционирование и оптимизация ландшафта / А.А. Макунина, П.Н. Рязанов. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 92с.

41. *Марцинкевич Г.И.* Основы ландшафтоведения / Г.И. Марцинкевич, Н.К. Клицунова, А.Н. Мотузко. – Минск: Высшая школа, 1986. – 204с.

42. *Мильков Ф.Н.* Общее землеведение / Ф.Н. Мильков. – М.: Высшая школа, 1990. – 334с.

43. *Мильков Ф.Н.* Рукотворные ландшафты / Ф.Н. Мильков. – М., 1978. – 86с.

44. *Мильков Ф.Н.* Терминологический словарь по физической географии / Ф.Н. Мильков. – М.: Высшая школа, 1993. – 288.

45. *Мильков Ф.Н.* Человек и ландшафты. Очерки антропогенного ландшафтоведения / Ф.Н. Мильков. – М.: Мысль, 1973. – 222с.

46. *Михеев В.С.* Ландшафтный синтез географических знаний / В.С. Михеев. – Новосибирск: Наука, 2001. – 216с.

47. *Николаев В.А.* Проблемы регионального ландшафтоведения / В.А. Николаев. – М.: Изд-во МГУ, 1979. – 160с.

48. *Николаев В.А.* Космическое ландшафтоведение: учебное пособие / В.А. Николаев. – М.: Изд-во МГУ, 1993. – 81с.

49. Охрана ландшафтов. Толковый словарь. – М.: Прогресс, 1982. – 274с.

50. *Перельман А.И.* Геохимия ландшафтов / А.И. Перельман. – М., 1975. – 341с.

51. *Полынов Б.Б.* Избранные труды / Б.Б. Полынов. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – 751с.

52. *Попов А.И.* Мерзлотоведение и гляциология / А.И. Попов, Г.К. Тушинский. – М.: Высшая школа, 1973. – 272с.

53. *Преображенский В.С.* Основы ландшафтного анализа / В.С. Преображенский, Т.Д. Александрова, Т.П. Куприянова. – М.: Наука, 1988. – 190с.

54. *Преображенский В.С.* Ландшафты в науке и практике / В.С. Преображенский. – М., 1981. – 220с.

55. *Реймерс Н.Ф.* Природопользование. Словарь – справочник / Н.Ф. Реймерс. – М., 1990. – 637с.

56. *Ретеюм А.Ю.* Земные миры / А.Ю. Ретеюм. – М.: Мысль, 1988. – 270с.
57. *Рихванов Л.П.* Путеводитель по району геоэкологической практики в Хакасии / Л.П. Рихванов, Е.Г. Языков, С.И. Арбузов, А.Ю. Шатилов, В.Г. Языков, В.М. Худяков. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 91с.
58. *Родоман Б.Б.* Территориальные ареалы и сети / Б.Б. Родоман. – Смоленск: Ойкумена, 1999. – 255с.
59. *Хорошев А.В.* Современное состояние ландшафтной экологии / А.В. Хорошев, Ю.Г. Пузаченко, К.Н. Дьяконов // Известия РАН: серия географическая. – 2006. – №5. – С.12-21.
60. *Хромых В.С.* Функционирование и динамика пойменных ландшафтов / В.С. Хромых. – Томск: Изд-во ТГУ, 2008. – 128с.
61. *Чижевский А.Л.* Земное эхо солнечных бурь. Издание 2-е / А.Л. Чижевский. – М.: Мысль, 1976. – 367с.
62. *Чижевский А.Л.* Физические факторы исторического процесса / А.Л. Чижевский. – Калуга, 1924. – 72с.
63. *Шакирова А.Р.* Геоэкологический анализ урбанизированных территорий (на примере г.Томска): Дис. ... канд. географ. Наук / А.Р. Шакирова. – Томск, 2007. – 188с.
64. Энциклопедический словарь географических терминов / под ред. С.В. Калесник. – М.: Сов. Энциклопедия, 1968. – 440с.
65. *Юренков Г.И.* Основные проблемы физической географии и ландшафтоведения: учебное пособие / Г.И. Юренков. – М., 1982. – 216с.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

**Практическое задание №1. Классификации ландшафтов по природным факторам, типам антропогенного воздействия и выполняемой социально-экономической функции.**

Материал для выполнения данной работы предлагается в виде макетов и фотографий различных типов ландшафтов.

*Цель:* применение теоретических знаний классификаций ландшафтов по различным факторам при характеристике ландшафтов.

*Задачи:*

- 1) выделить ландшафты с учетом выполняемой социально-экономической функции;
- 2) выделить ландшафты по природным факторам;
- 3) выделить ландшафты по типам антропогенного воздействия;
- 4) дать развернутую характеристику ландшафтов, представленных на фотографиях, с использованием всех изученных классификаций;
- 5) обосновать отнесение ландшафтов к определенным классификационным типам.

В ходе выполнения индивидуального задания студенту дается набор фотографий или макетов с различными типами ландшафтов, на примере которых последовательно решаются поставленные задачи.

*Порядок выполнения задания:*

1) Используя классификацию ландшафтов по ГОСТу (приложение 2, 3), определить тип ландшафта по выполняемой им социально-экономической функции, дать определение соответствующего ландшафта.

2) По классификации приложения 2 дать характеристику ландшафтов по природным факторам.

3) По классификации приложения 4 дать характеристику антропогенных воздействий в пределах представленных ландшафтов.

4) После проведения классификации ландшафтов дается обоснование отнесения ландшафтов к определенным классификационным типам.

*Отчет:* по выполненному индивидуальному заданию представляется отчет в виде развернутой характеристики выполненных задач по конкретному практическому материалу.

**ЛАНДШАФТЫ**  
**Классификация**ГОСТ  
17.8.1.02-88

Стандарт устанавливает классификацию ландшафтов с целью их рационального использования и охраны.

1. Классификация современных ландшафтов должна основываться на сочетании антропогенных и природных факторов их формирования.

2. Классификацию ландшафтов по антропогенным факторам формирования устанавливают на основе социально-экономической функции ландшафта.

По основным видам социально-экономической функции ландшафты (приложение 3) подразделяют на:

- сельскохозяйственные;
- лесохозяйственные;
- водохозяйственные
- промышленные;
- ландшафты поселений;
- рекреационные;
- заповедные;
- не используемые в настоящее время.

3. Для классификации ландшафтов по природным факторам формирования устанавливают следующие признаки:

- степень континентальности климата;
- принадлежность к морфоструктурам высшего порядка;
- особенности макрорельефа;
- расчлененность рельефа;
- биоклиматические различия;
- тип геохимического режима.

3.1. По степени континентальности климата ландшафты подразделяются на:

- океанические;
- субокеанические;
- умеренноконтинентальные;
- континентальные;
- резкоконтинентальные.

3.2. По принадлежности к морфоструктурам высшего порядка ландшафты подразделяют на:

- равнинные;
- горные.

3.3. По особенностям макрорельефа ландшафты подразделяют на:

- ландшафты низменных равнин;
- ландшафты возвышенных равнин;
- предгорные;
- низкогорные;
- среднегорные;
- высокогорные;
- межгорно-котловинные.

3.4. По расчлененности рельефа ландшафты подразделяют на:

- расчлененные;
- нерасчлененные.

3.5. По биоклиматическим различиям ландшафты подразделяют на:

- тундровые;
- лесотундровые;
- лесные;
- лесостепные;
- степные;
- полупустынные;
- пустынные.

3.6. По типу геохимического режима ландшафты подразделяют на:

- элювиальные;
- субаквальные;
- супераквальные.

4. По устойчивости к антропогенным воздействиям ландшафты классифицируют на:

- высокоустойчивые;
- среднеустойчивые;
- слабоустойчивые;
- неустойчивые.

5. По степени изменённости ландшафты подразделяют на:

- неизменённые;
- слабоизменённые;
- среднеизменённые;
- сильноизменённые.

**ТЕРМИНЫ И ПОЯСНЕНИЯ**

<b>Термин</b>	<b>Пояснение</b>
Сельскохозяйственный ландшафт	Ландшафт, используемый для целей сельскохозяйственного производства, формирующийся и функционирующий под его влиянием
Лесохозяйственный ландшафт	Ландшафт, используемый для целей лесного хозяйства и функционирующий под его влиянием
Водохозяйственный ландшафт	Ландшафт, формирующийся в процессе создания и функционирования водохозяйственных объектов
Промышленный ландшафт	Ландшафт, формирующийся под влиянием промышленного производства
Ландшафт поселений	Ландшафт, формирующийся в процессе создания и функционирования городских и сельских поселений
Рекреационный ландшафт	Ландшафт, используемый для целей рекреационной деятельности, формирующийся и функционирующий под ее влиянием
Заповедный ландшафт	Ландшафт, в котором в установленном законом порядке полностью исключено либо ограничено хозяйственное использование
Не используемый в настоящее время ландшафт	Ландшафт, не выполняющий в настоящее время социально-экономических функций

## **КЛАССИФИКАЦИЯ АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ**

Классификация антропогенных воздействий устанавливается на основе следующих признаков:

- направленность воздействия;
  - генезис воздействия;
  - интенсивность воздействия;
  - масштаб воздействия;
  - длительность воздействия;
  - периодичность воздействия.
1. По направленности воздействия подразделяют на:
    - привнесение вещества и энергии в природу;
    - изъятие вещества и энергии из природы;
    - перераспределение и (или) трансформация вещества и энергии в природе.
  2. По генезису антропогенные воздействия подразделяют на:
    - физические;
    - химические;
    - биологические;
    - смешанные.
  3. По интенсивности антропогенные воздействия подразделяют на:
    - слабые;
    - средние;
    - сильные.
  4. По масштабу антропогенные воздействия подразделяют на:
    - локальные;
    - региональные;
    - глобальные.
  5. По длительности антропогенные воздействия подразделяют на:
    - кратковременные;
    - длительные;
    - постоянные.
  6. По периодичности антропогенные воздействия подразделяют на:
    - периодичные;
    - непериодичные.

**Задание №2. *Ландшафтно-экологическое исследование территории.***

Для выполнения задания используются учебные крупномасштабные (1:25 000) топографические карты, классификации ландшафтов, литературные источники. Каждому студенту дается индивидуальный вариант – линия на карте, пересекающая различные типы ландшафтов

*Цель:* комплексное применение теоретических знаний по курсу «Ландшафтоведение» и получение навыков их практического применения.

*Основные задачи исследования:*

- 1) выделить природные и антропогенные ландшафты и их процентное соотношение на площади;
- 2) выделить классификационные уровни для природных ландшафтов, используя классификации природных ландшафтов;
- 3) выделить классификационные уровни для антропогенных ландшафтов, используя классификации природно-антропогенных ландшафтов;
- 4) выделить элементарные и дополнительные группы ландшафтов на разрезе и в плане (по Б.Б. Полюнову и М.А. Глазовской);
- 5) выявить доминирующий тип фаций;
- 6) выделить на разрезе ландшафтные звенья и составить ландшафтную формулу (по М.А. Глазовской);
- 7) составить оценочно-планировочную схему с выделением ландшафтов промышленного, лесохозяйственного, сельскохозяйственного, селитебного, рекреационного, заповедного назначения и неиспользуемых в настоящее время (по ГОСТу 17.8.1.02-88 (приложение 2, 3) и Н.Ф. Реймерсу).

*Порядок выполнения задания:*

1) По рельефу линии (индивидуальный вариант задания) строится разрез на миллиметровой бумаге (студент самостоятельно выбирает вертикальный и горизонтальный масштаб).

2) В нижней части разреза строится шкала, отображающая выделение природных и антропогенных ландшафтов на плане, подсчитывается их процентное соотношение.

3) С использованием классификаций природных и природно-антропогенных ландшафтов выделяются классификационные уровни для природных и антропогенных ландшафтов.

4) На разрезе и в плане выделяются элементарные и дополнительные группы ландшафтов, выявляется доминирующий тип фаций.

5) На основы выделенных сопряженных рядов фаций составляется ландшафтная формула, определяется тип местного ландшафта (простой или сложный, одноступенчатый или многоступенчатый, количество типов звеньев).

6) В нижней части разреза строится вторая оценочно-планировочная шкала с указанием выделенных и обоснованных типов ландшафтов по выполняемым ими функциям.

*Отчет:* в результате выполнения задания составляется пояснительная записка с указанием всех пунктов ландшафтно-экологического исследования с приложением разреза, выполненного на миллиметровой бумаге, на котором указаны элементарные ландшафты и представлены две оценочно-планировочные шкалы.

**Перечень тем для самостоятельной работы (рефераты)**

1. Исторические аспекты развития учения о ландшафтах.
2. Проблемы изменения ландшафтов человеком. Антропогенные ландшафты.
3. Селитебные ландшафты: сельские и городские.
4. Промышленные ландшафты.
5. Культурный ландшафт, принципы его создания.
6. Широкая зональность, азональность и секторность в дифференциации ландшафтов.
7. Высотная ландшафтная дифференциация горных территорий и равнин.
8. Изменение структуры и функционирования геосистем в результате техногенного воздействия.
9. Особенности ландшафтной структуры гор.
10. Изменчивость ландшафтов во времени.
11. Устойчивость геосистем к техногенным воздействиям.
12. Морфология ландшафтов.
13. Развитие ландшафтов.
14. Функционирование и оптимизация ландшафтов.
15. Применение геохимии ландшафтов в различных сферах человеческой деятельности.
16. Виды миграции химических элементов в ландшафтах.
17. Ландшафтная карта как основа для оценки природных ресурсов.
18. Ландшафтно-географическое прогнозирование.
19. Основные направления прикладного ландшафтоведения.
20. Инвентаризационные карты и кадастр ландшафтов.
21. Основные направления и принципы охраны ландшафтов.
22. Экологическая оценка ландшафтов.
23. Техногенез и трансформация ландшафтов.
24. Значение ландшафтных исследований для природопользования.
25. Ландшафтная индикация и ее практическое применение.
26. Рекреационные ресурсы ландшафтов.
27. Ландшафтно-экологические основы организации региональных систем особо охраняемых природных территорий.
28. Культурный ландшафт и вопросы природного и культурного наследия.

Учебное издание

СОБОЛЕВА Надежда Петровна  
ЯЗИКОВ Егор Григорьевич

## ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЕ

Учебное пособие


Редактор  
Верстка  
Дизайн обложки

Подписано к печати 00.00.2008. Формат 60х84/8. Бумага «Снегурочка».  
Печать XEROX. Усл.печ.л. 000. Уч.-изд.л. 000.  
Заказ XXX Тираж XXX экз.



Томский политехнический университет  
Система менеджмента качества  
Томского политехнического университета сертифицирована  
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту ISO  
9001:2000



ИЗДАТЕЛЬСТВО  ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.