

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.

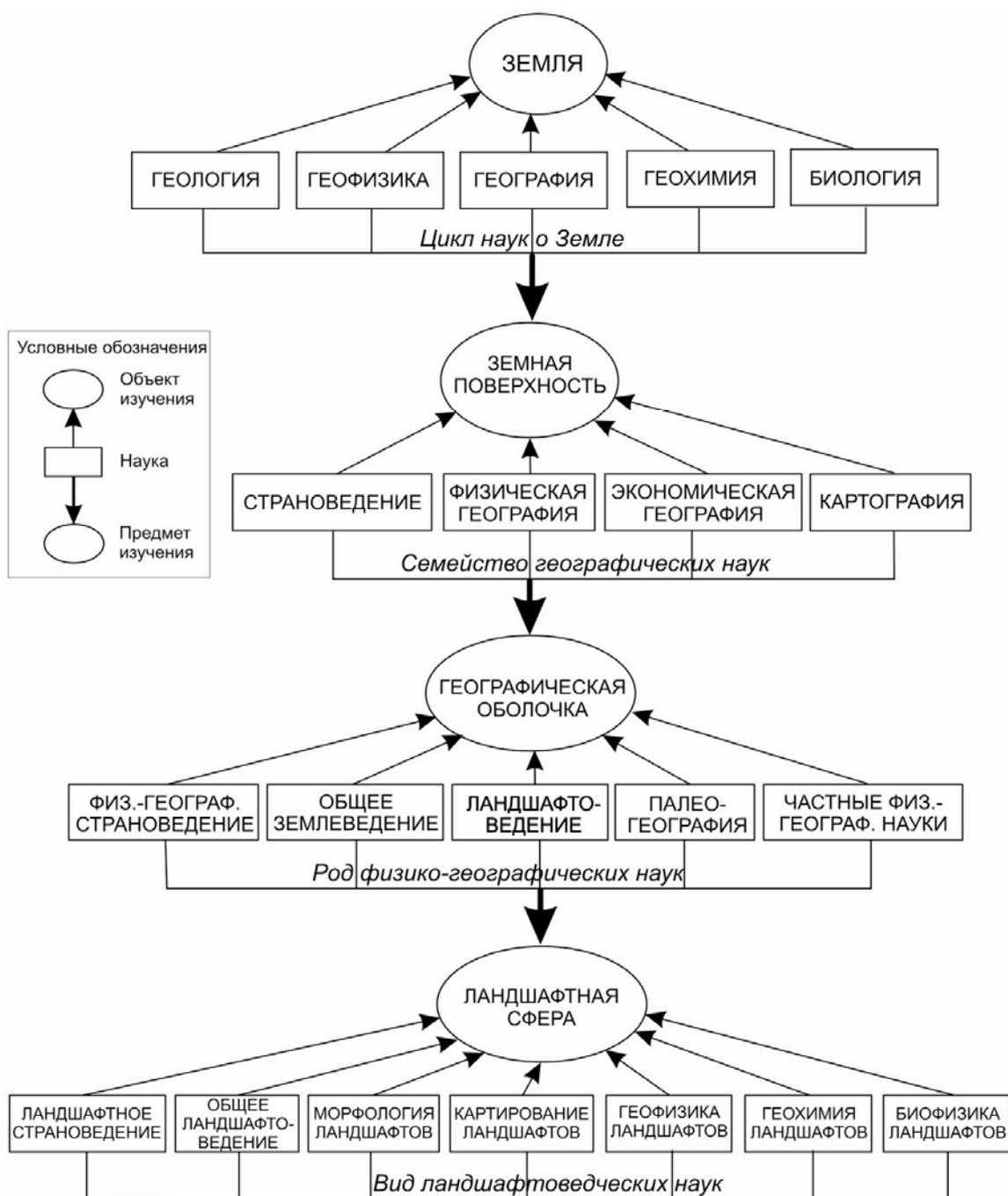


Рис. 1. Место ландшафтоведения в системе географических наук (по Ф.Н. Милькову, 1990)

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).

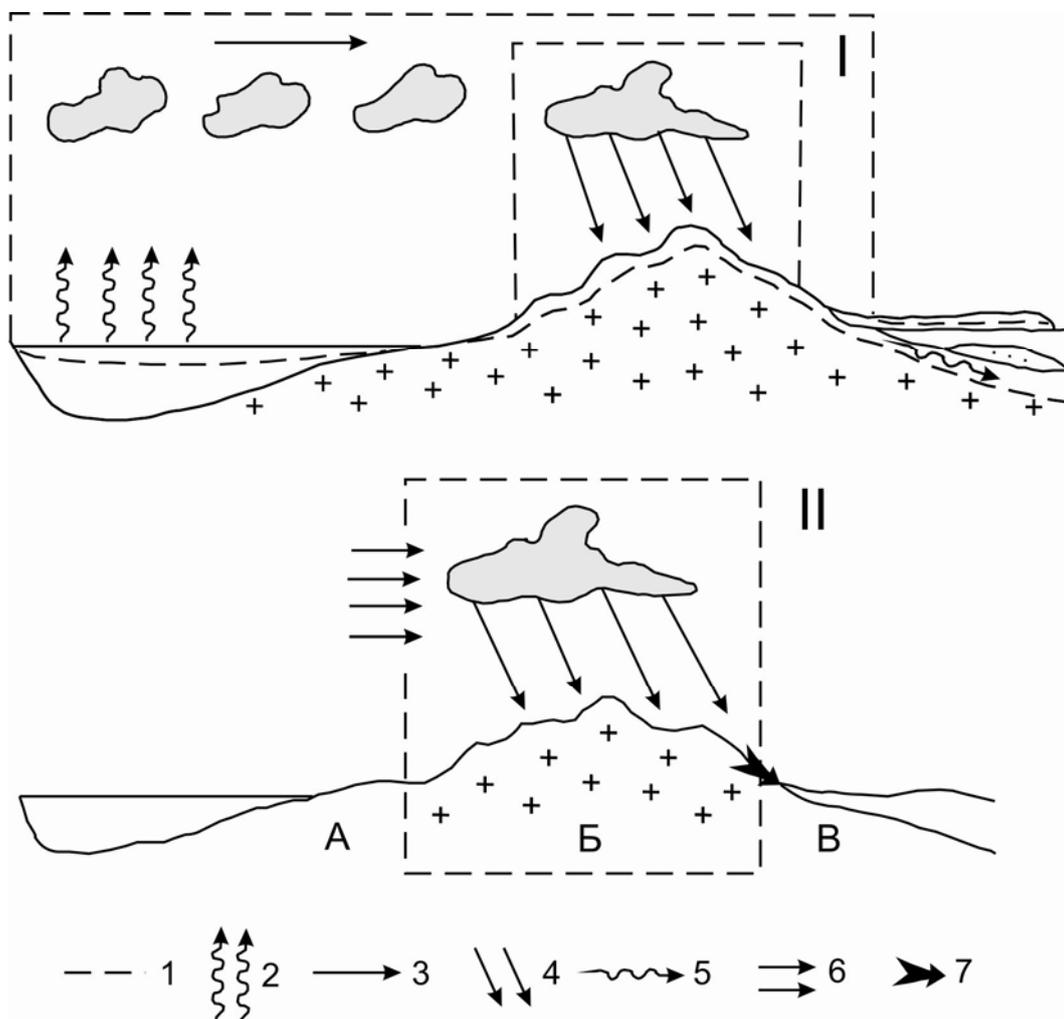


Рис. 2. Геосистема (I) и природно-территориальный комплекс (II) (ландшафт) горного массива (по Д.Л. Арманду, 1975)

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.

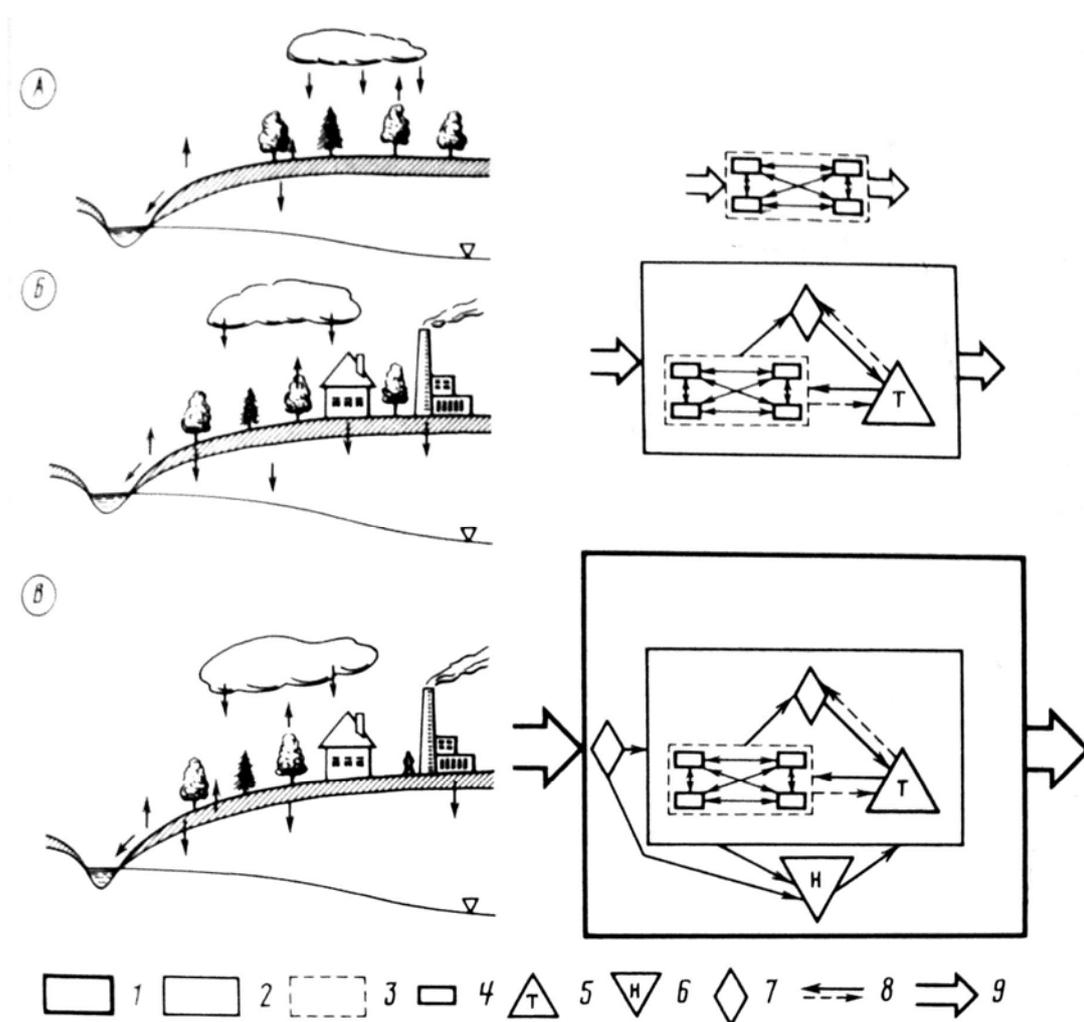


Рис. 3. Модели различных видов геосистем
(Геоэкологические основы..., 1989)

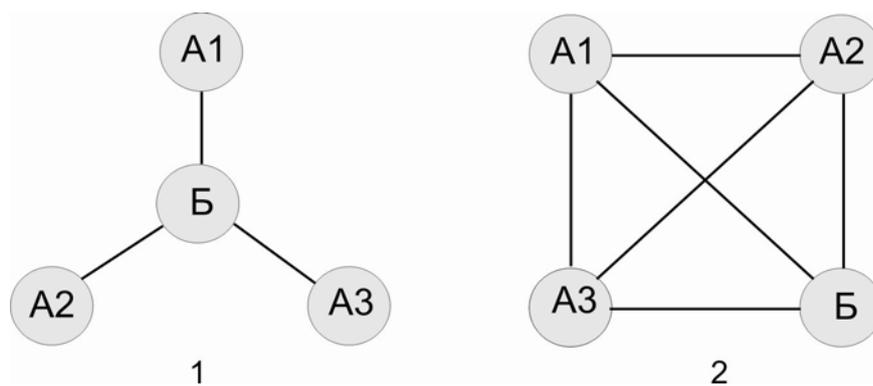
А – природная геосистема, Б – природно-техническая геосистема, В – интегральная геосистема; 1 – граница интегральной геосистемы; 2 – граница природно-технической геосистемы; 3 – граница природной геосистемы; 4 – природные компоненты, элементы; 5 – технические элементы, подсистемы; 6 – население, чел.; 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).

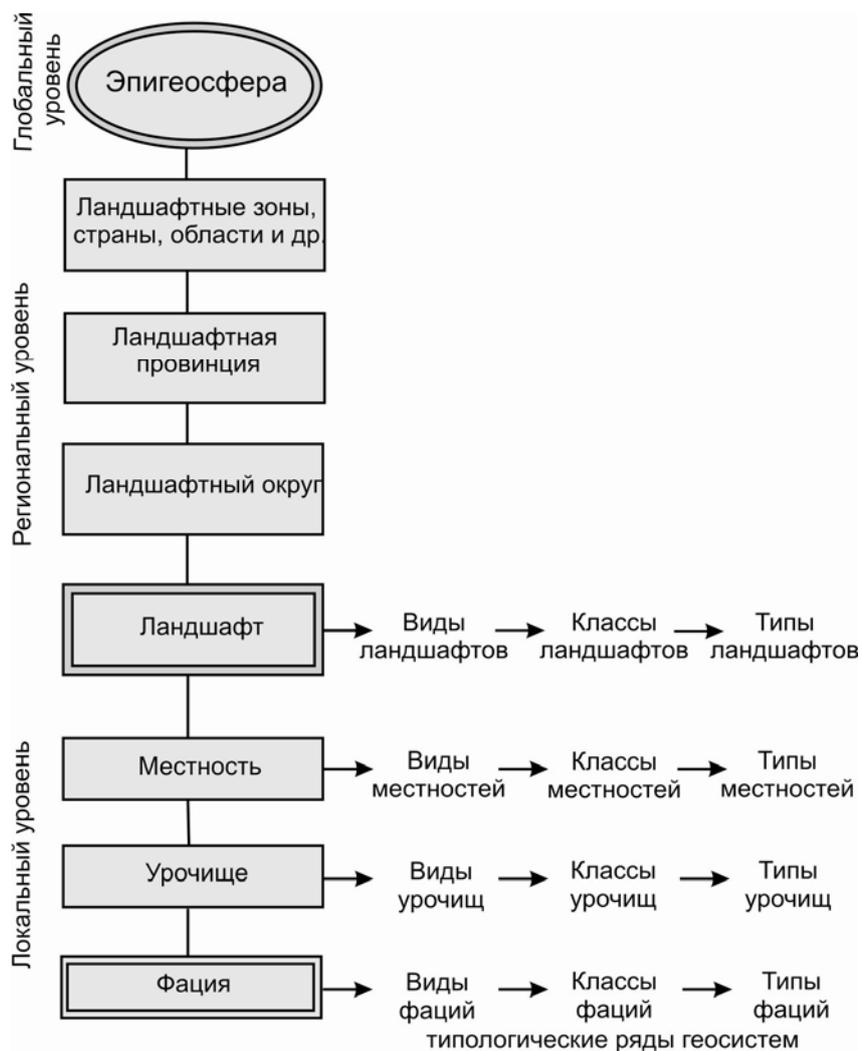


Рис. 5. Схема иерархии геосистем (по А.Г. Исаченко, 1991)

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.

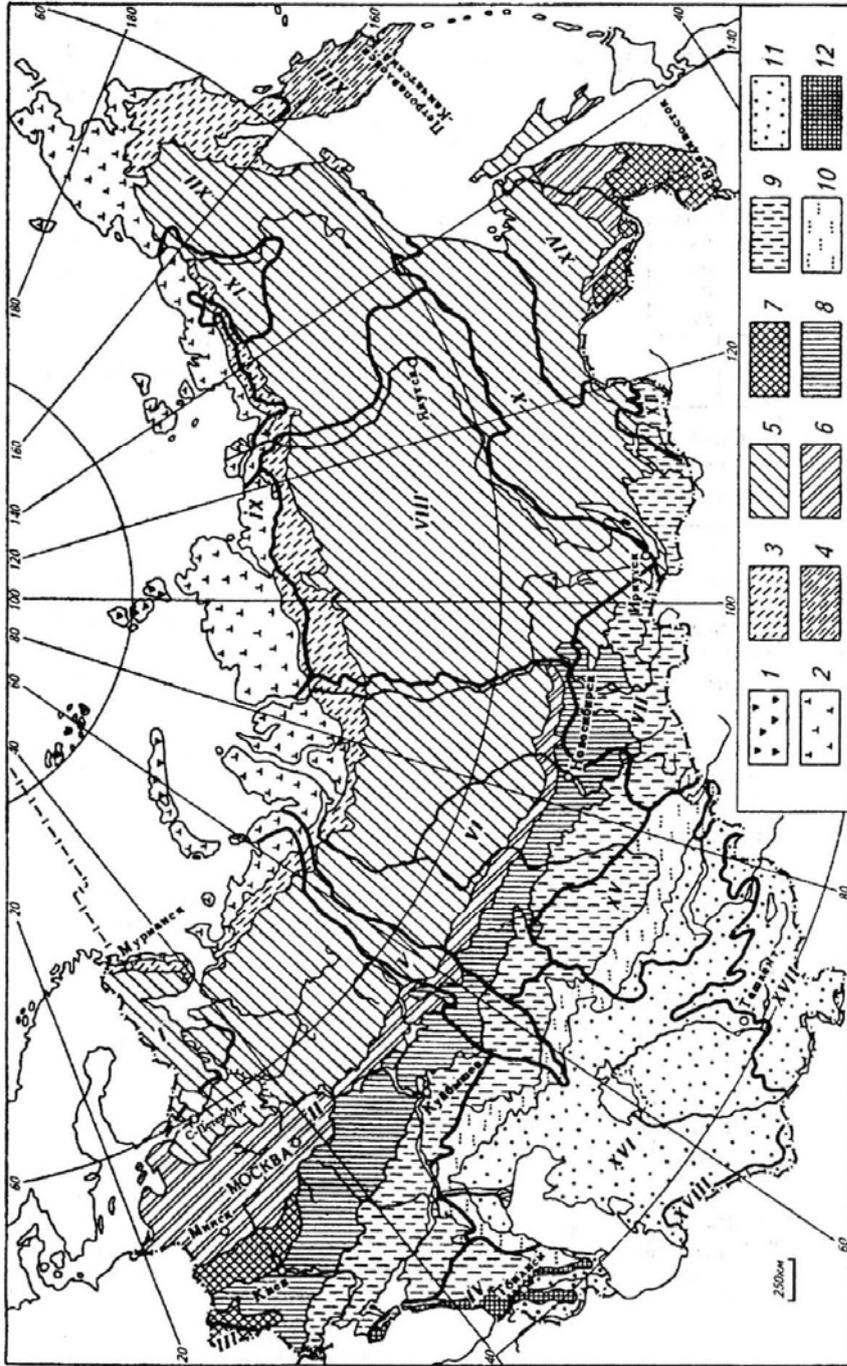


Рис. 6. Ландшафтные зоны и страны бывшего СССР (по А.Г. Исаченко, 1991)

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.

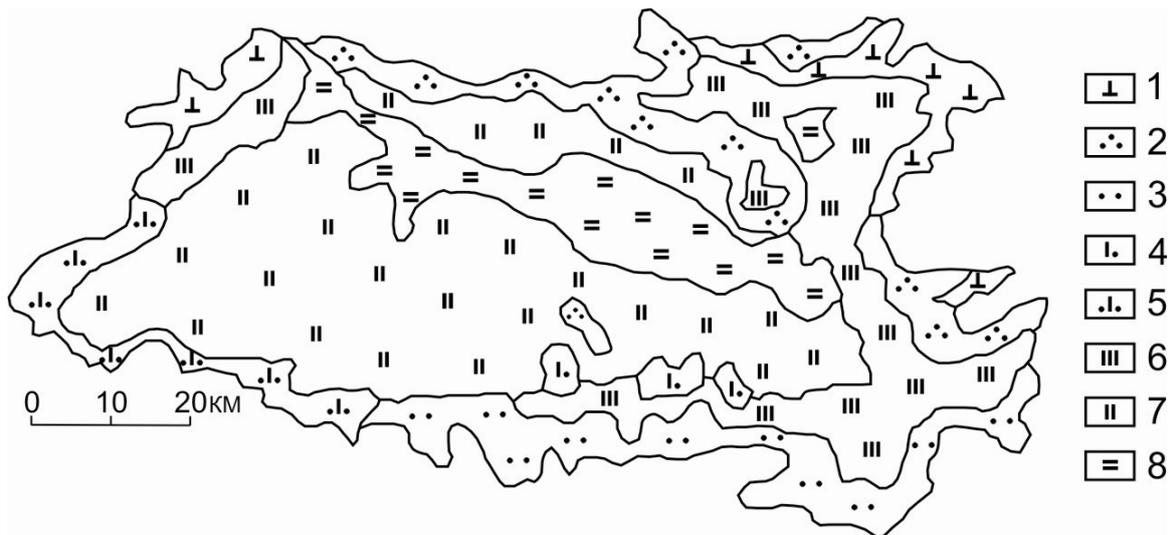
Таким образом, с одной стороны, всякий ландшафт в результате развития и дифференциации географической оболочки одновременно является элементом более сложных региональных единств высших структурных подразделений. С другой стороны – представляет специфическое территориальное сочетание локальных особенностей 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, органоминеральное 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 км². 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).

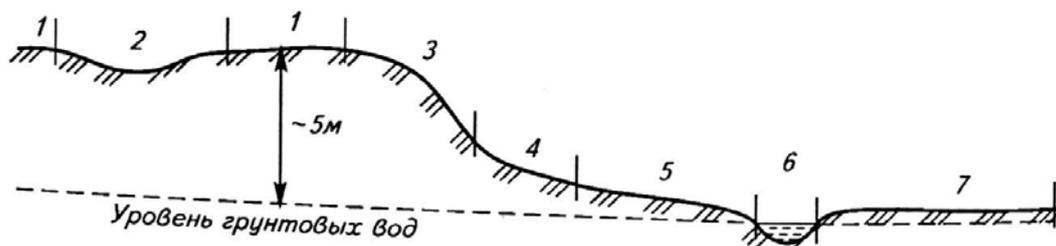


Рис. 8. Схема основных типов месторасположений фаций
(Голованов, 2005)

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).

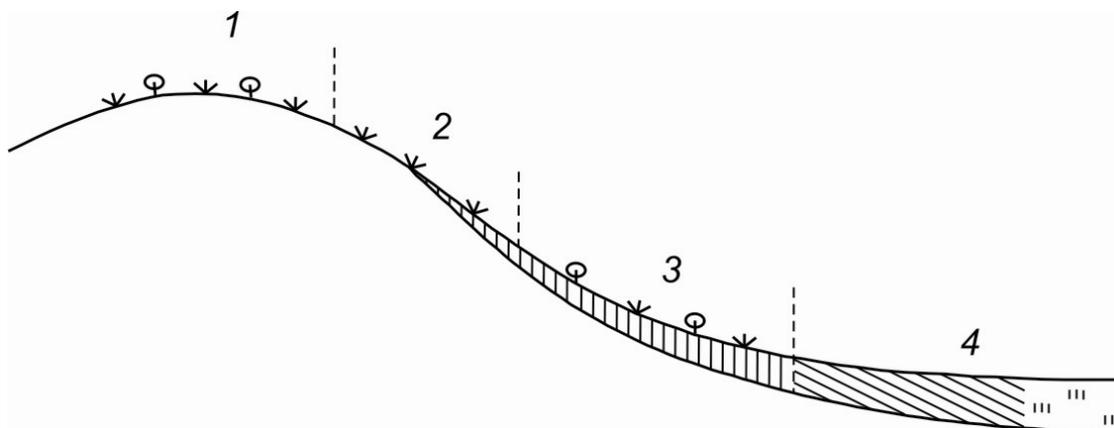


Рис. 9. Сопряжение фаций урочища холма в степной зоне
Западной Сибири (по Л.К. Казакову, 2007)

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.

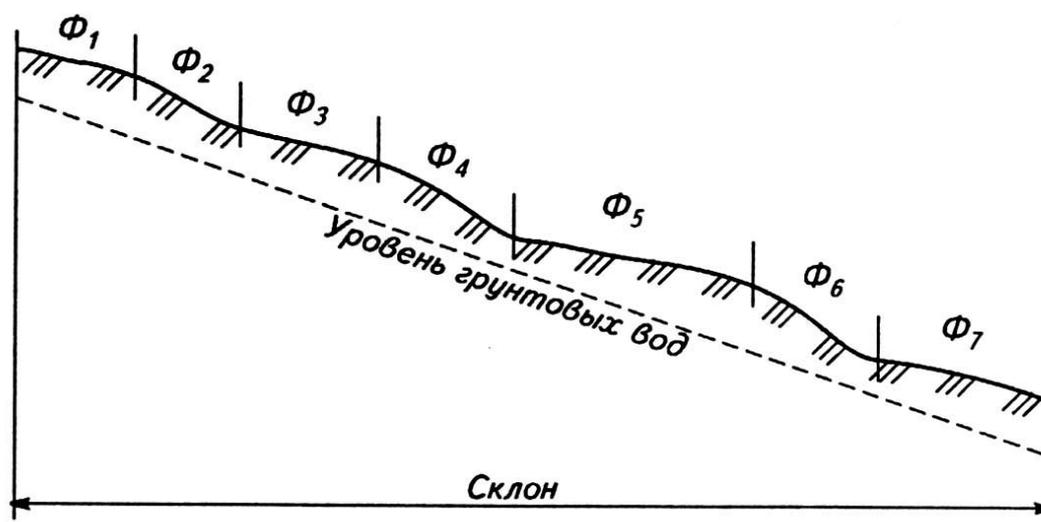


Рис. 10. Подурочище. Сопряженный фациальный ряд суперэквальных фаций ($\Phi_1 \dots \Phi_7$) (Голованов, 2005)

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.

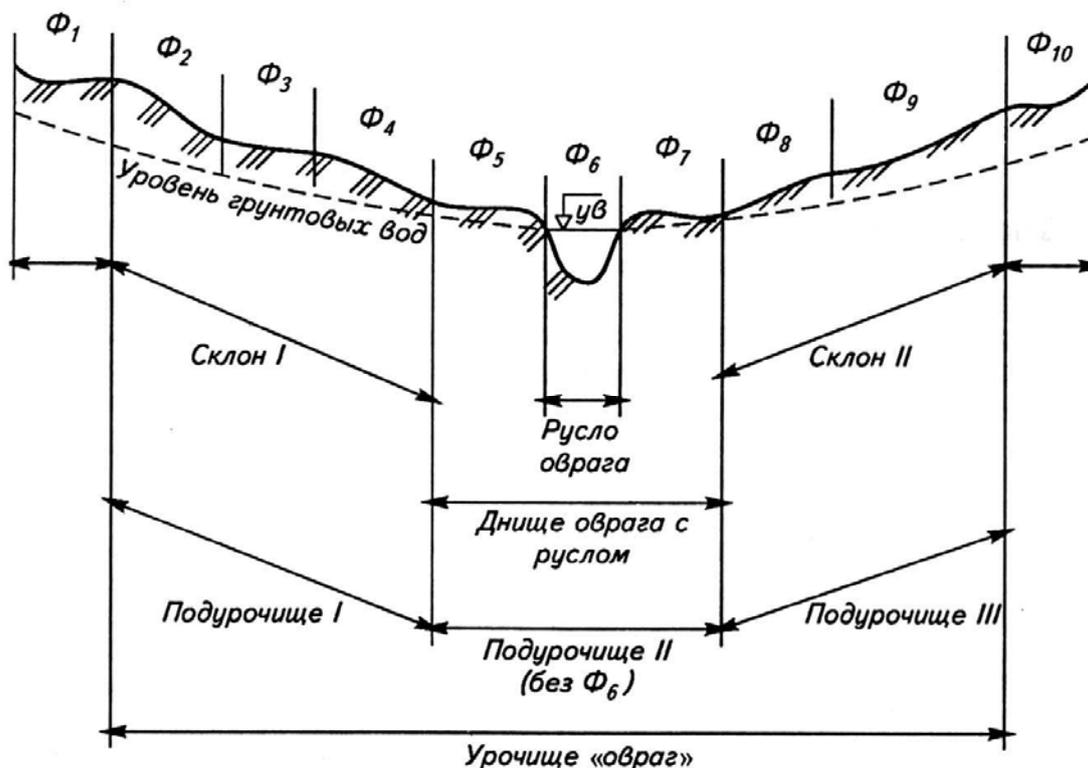


Рис. 11. Урочище «овраг» (Голованов, 2005)

Φ_1, Φ_{10} – трансаккумулятивные фации; $\Phi_2... \Phi_4$ – группа супераквальных фаций на склоне I, подурочище I; Φ_6 – субаквальная фация, русло оврага; Φ_5, Φ_7 – группа трансупераквальных фаций на дне оврага, подурочище II; Φ_8, Φ_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.

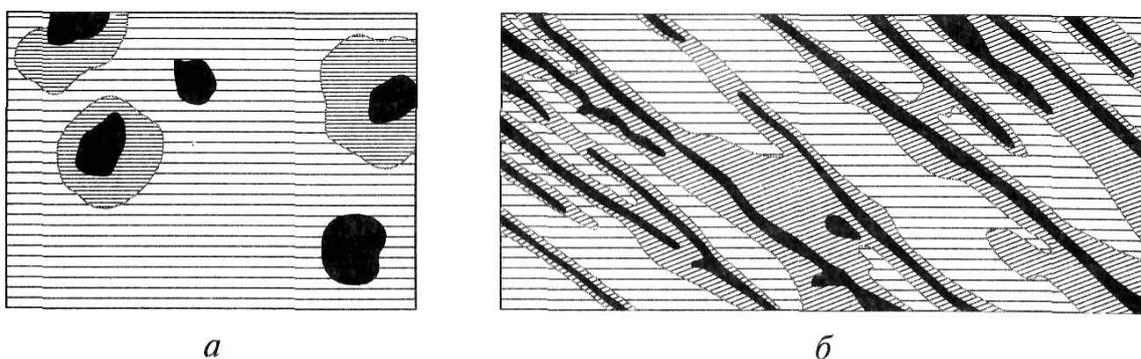


Рис. 12. Плановая структура ландшафтов (по Л.К. Казакову, 2007)
а – монодоминантная, б – полидоминантная

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 мелконтурного 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).

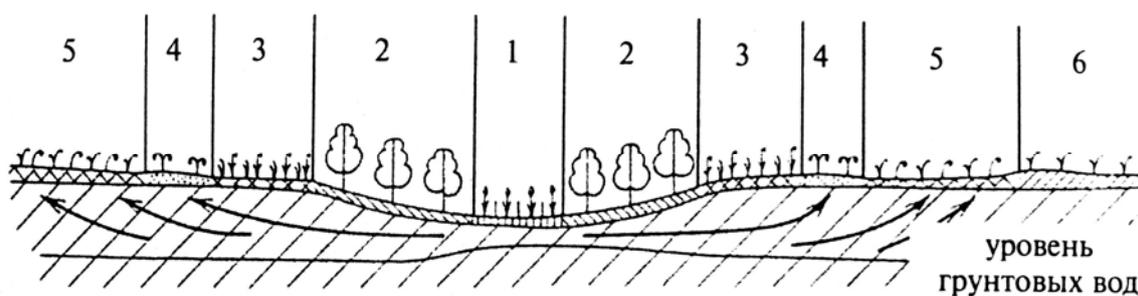


Рис. 18. Нуклеарная геосистема березового колка в западносибирской лесостепи (Николаев, 2005)

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).

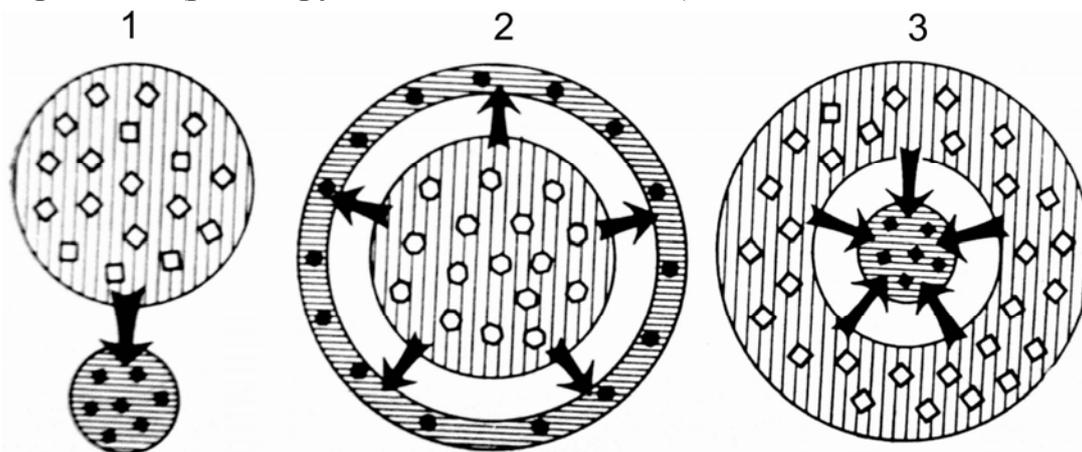


Рис. 19. Модели сопряжения между частями нуклеарных геосистем (по А.Ю. Ретеюму, 1988)

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)

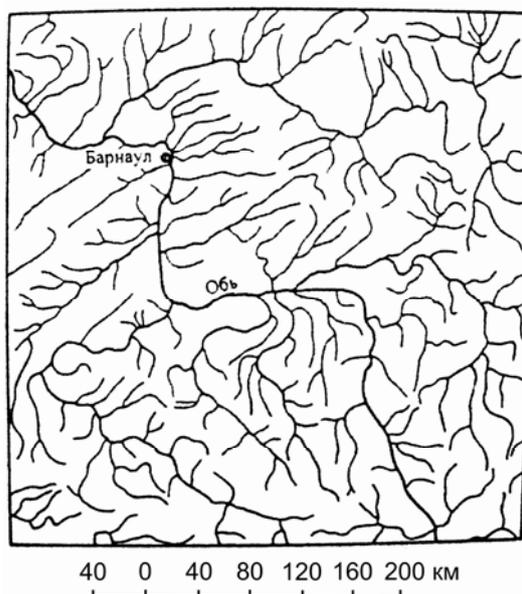


Рис. 21. Дендритовый рисунок эрозионной сети бассейна Верхней Оби (по В.А. Николаеву, 2005)

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.

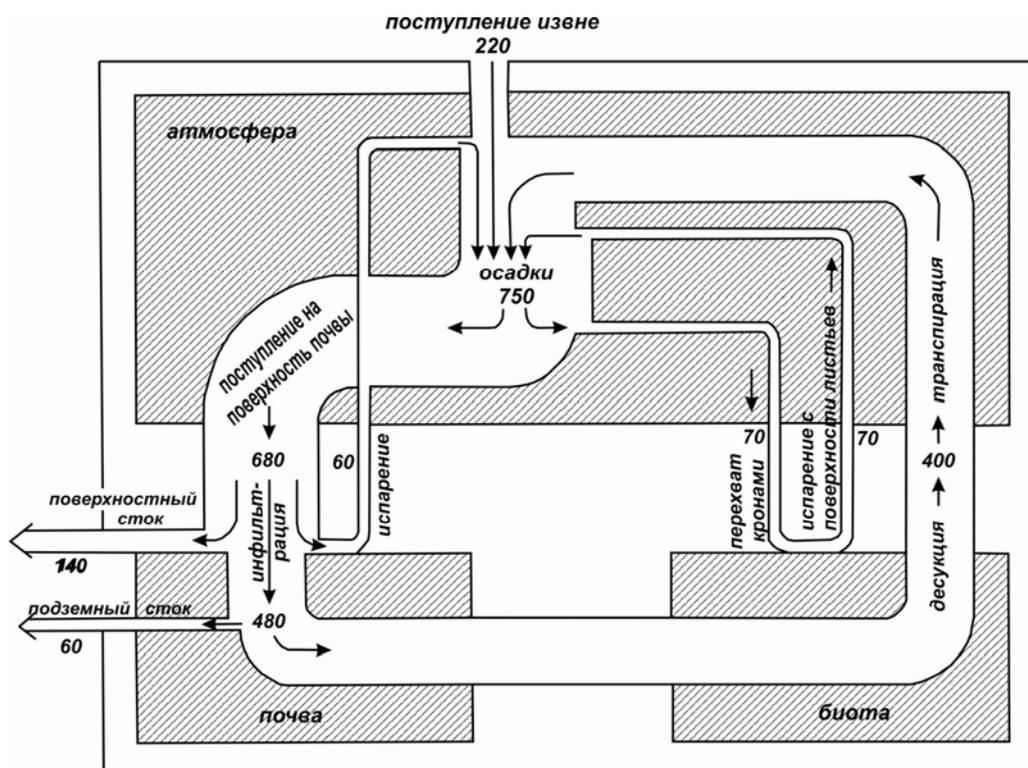


Рис. 23. Схема влагооборота в широколиственном лесу (в мм)
(по А.Г. Исаченко, 1991)

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)

Ландшафты	Осадки	Испарение	Сток
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-сапрофагами, 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 ландшафтным зонам (по А.Г. Исаченко, 1991)

Зона ¹	Радиационный баланс, Мдж/м ² *год	Затраты на испарение		Турбулентный обмен	
		Мдж/м ² *год	%	Мдж/м ² *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

¹Материалы 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 МДж/м^2 в торфе – тысячи 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, α – 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 внутрисконденсационного тепла прослеживаются при составлении теплового баланса подстилающей поверхности:

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

где R – поглощенная энергия, I – внутрисконденсационное 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. Δw – 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 Δw , 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 Δm 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. Соचाеве (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.

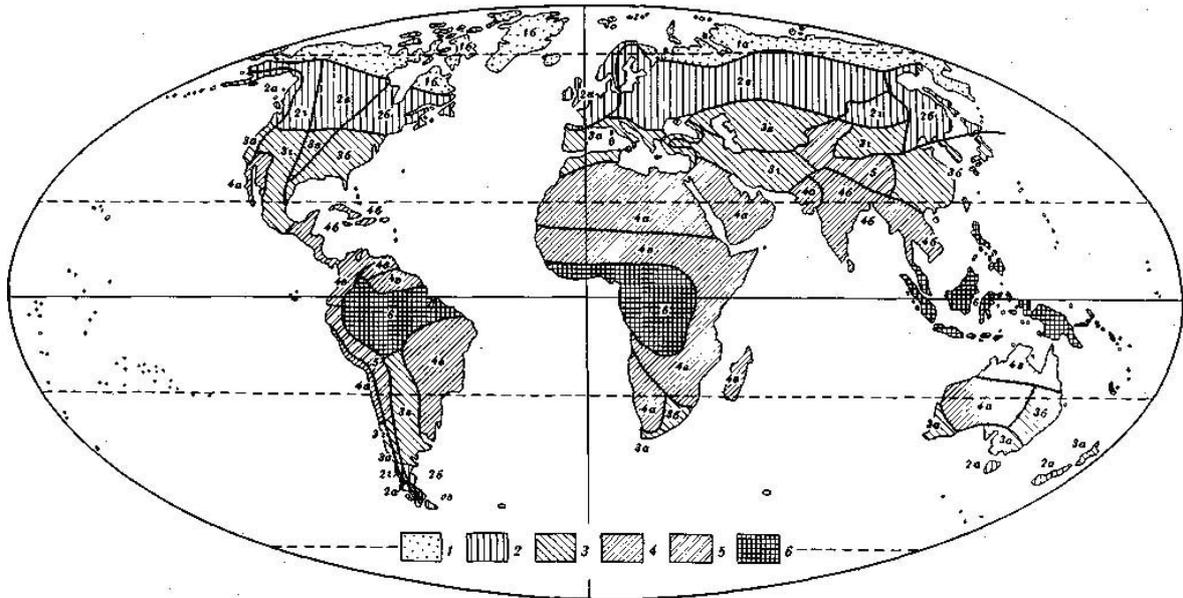


Рис. 24. Типы естественных районов (по Э.Дж. Гербертсону, 1905)
 1 - полярные: а - равнины (тундровый тип), б - горы (тип ледяных покровов);
 2 - холодно-умеренные, а - западные окраины материков (западноевропейский тип), б - восточные окраины (квебекский тип), в - внутренние районы (сибирский тип),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

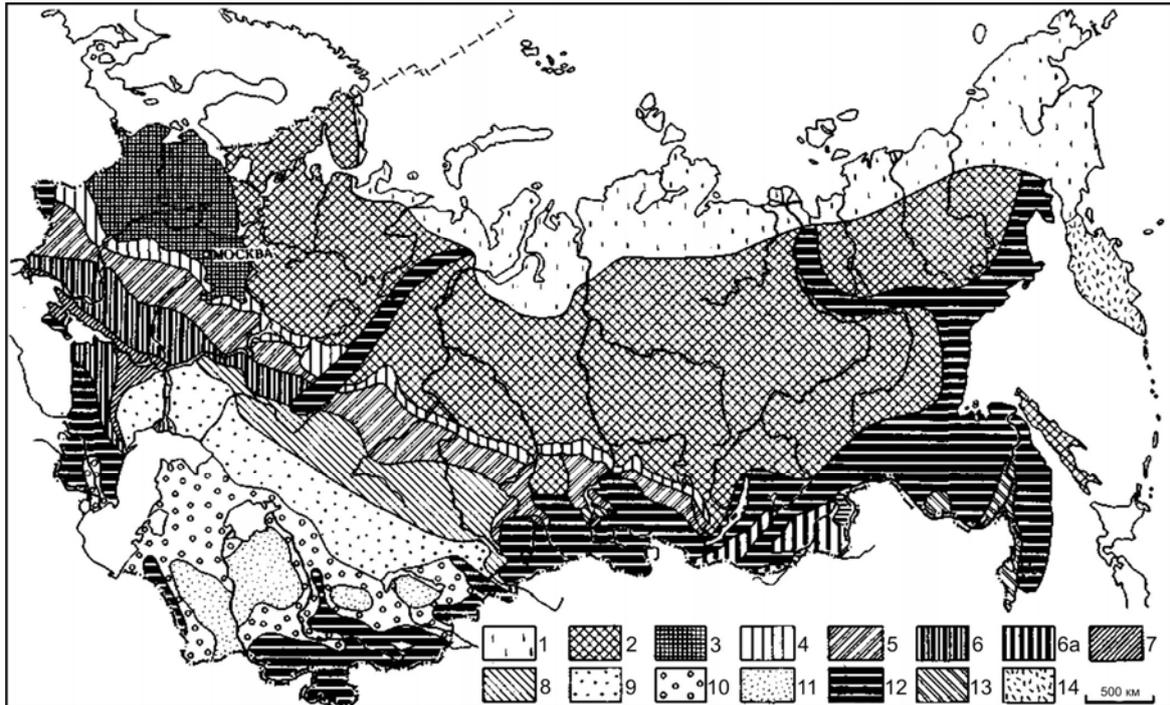


Рис. 25. Ландшафтные зоны России (по Л.С. Бергу, 1913)

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.

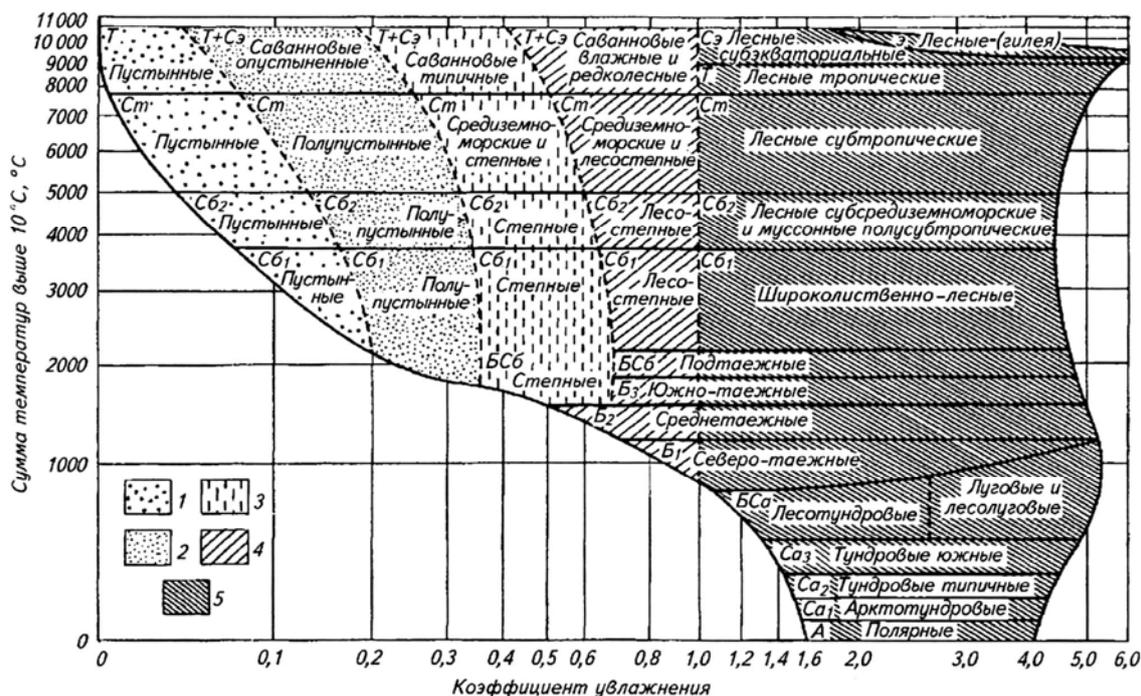


Рис. 26. Типы ландшафтов Земли в зависимости от теплообеспеченности и увлажнения (по А.Г. Исаченко, 1991)

Зональные ряды типов ландшафтов-аналогов по теплообеспеченности: А – арктические и антарктические; Са – субарктические (Са₁ – северные, Са₂ – типичные, Са₃ – южные); БСа – бореально-субарктические; Б – бореальные (Б₁ – северные, Б₂ – типичные, Б₃ – южные); БСб – бореально-суббореальные; Сб – суббореальные (Сб₁ – типичные, Сб₂ – 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).

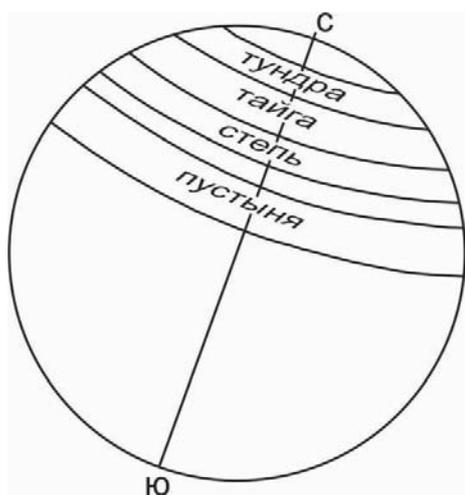


Рис. 27. Широтная зональность (поясность) равнинных ландшафтов

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).

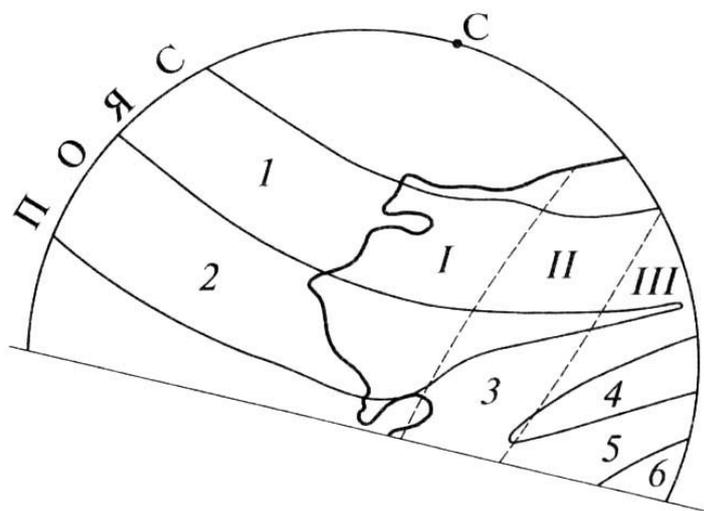


Рис. 29. Изменение спектра широтных природных зон и подзон в разных физико-географических спектрах континентальности (по Л.К. Казакову, 2007)

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.

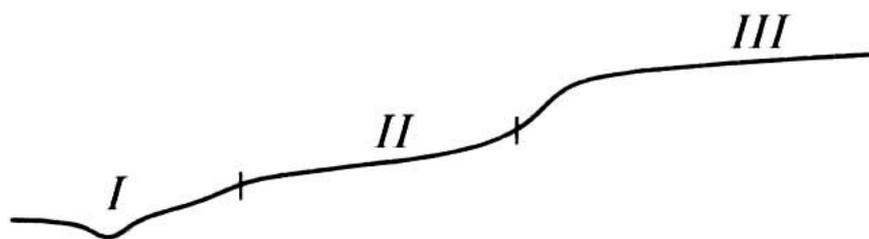


Рис. 30. Ярусность равнинных ландшафтов (по Л.К. Казакову, 2007)
I – низины с интразональными гидроморфными ландшафтами, II – низменные зональные неэлювиальные ландшафты со следами гидроморфизма, III – элювиальные типичные зональные ландшафты возвышенных равнин

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 мелкорегionalном 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).

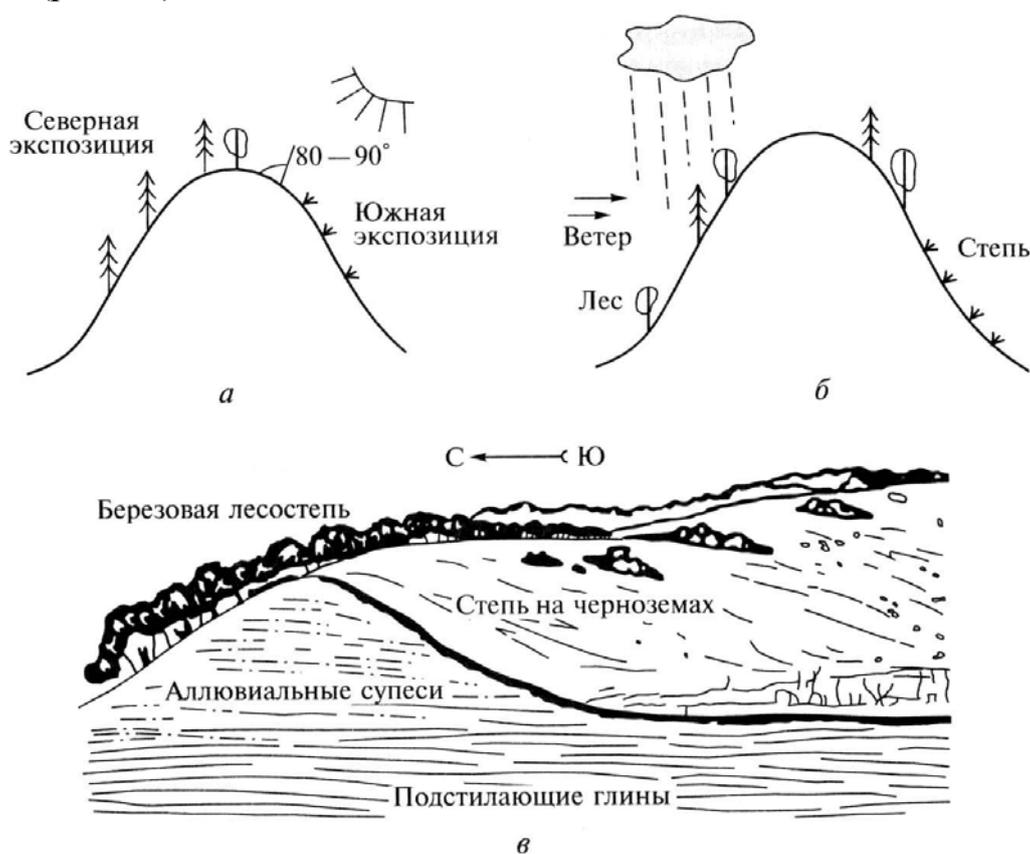


Рис. 31. Экспозиционная асимметрия склоновых ландшафтов (по Л.К. Казакову, 2007)

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.