

**М. М. Дубцова**

---

# **ГЕОГРАФИЯ**

## **ДЛЯ ЭКОЛОГОВ**



**Учебное  
пособие**

Забайкальский государственный гуманитарно-педагогический  
университет им. Н. Г. Чернышевского

**М. М. Дубцова**

**ГЕОГРАФИЯ  
ДЛЯ ЭКОЛОГОВ**

Чита  
ЗабГГПУ  
2011

УДК 91 (075.3)  
ББК Д 82я73  
Д 797

Печатается по решению Учёного совета  
Забайкальского государственного гуманитарно-педагогического университета  
им. Н. Г. Чернышевского

**Ответственный за выпуск:** *С. Е. Старостина*, канд. пед. наук, доцент,  
проректор по учебной работе ЗабГГПУ

**Рецензенты:** *Л. Н. Зима*, канд. геогр. наук, доц. каф. водного хозяйства  
и инженерной экологии ЧитГУ;  
*А. Н. Новиков*, канд. геогр. наук, доцент каф. географии, теории  
и методики обучения географии ЗабГГПУ

**Д 797** **Дубцова, М. М.**  
География для экологов : учеб. пособие / М. М. Дубцова ;  
Забайкал. гос. гум.-пед. ун-т. – Чита, 2011. – 294 с.  
ISBN 978–5-85158-776-4

Учебное пособие предназначено для бакалавров по направлению *Экология и природопользование (профиль «экология»)* очной формы обучения с целью организации аудиторной и внеаудиторной работы по учебной дисциплине «География» и соответствует ФГОС третьего поколения. В пособии рассматривается система географических наук, географическая оболочка, её пространственные подразделения, динамика, закономерности эволюции, геосферы и их взаимосвязь; вопросы территориальной организации общества, территориальные социально-экономические системы. К каждой теме сформулированы контрольные вопросы для собеседования, задания.

УДК 91 (075.3)  
ББК Д 82я73

ISBN 978–5-85158-776-4

© М. М. Дубцова, 2011  
© ЗабГГПУ, 2011

# Оглавление

<b>Введение</b> .....	<b>5</b>
<b>Глава 1. География как система наук и объекты географического изучения.</b> ...	<b>7</b>
1.1. Интегративная роль географии, её место в системе наук и основные тенденции развития .....	7
1.2. Основные этапы становления и развития географической науки. ....	14
1.3. Основы процесса географического познания .....	26
1.4. Системный подход в географии и основы учения о геосистемах. ....	32
1.5. Экосистема как частный случай геосистем и объект изучения географии .....	42
<b>Глава 2. Географическая оболочка: пространственные подразделения, динамика, закономерности эволюции, геосферы и их взаимосвязь</b> .....	<b>48</b>
2.1. Географическая оболочка, её строение, качественное своеобразие ....	48
2.2. Космические факторы формирования географической оболочки .....	57
2.3. Планетарные факторы формирования географической оболочки .....	78
2.4. Атмосфера как одна из геосфер географической оболочки: газовый состав, строение, воздушные массы и климатические фронты ....	90
2.5. Теплооборот и влагооборот в атмосфере .....	97
2.6. Циркуляция атмосферы. Погода и климат .....	115
2.7. Гидросфера: структура, теплооборот и влагооборот. Мировой океан ..	127
2.9. Литосфера: границы и динамика. Эндогенные процессы .....	154
2.10. Экзогенные процессы и рельеф .....	164
2.11. Рельеф земли .....	174
2.12. Биосфера. ....	185
2.13. Закономерности и динамика географической оболочки .....	195
2.14. Дифференциация географической оболочки и глобальные изменения	214
<b>Глава 3. Территориальные социально-экономические системы.</b> .....	<b>227</b>
3.1. Территориальные социально-экономические системы, их виды и свойства .....	227
3.2. Современное мировое хозяйство как территориальная социально-экономическая система .....	231
3.3. Россия как территориальная социально-экономическая система .....	244
3.4. Глобальная экологическая роль России. ....	254
<b>Глава 4. Территориальная организация общества. Типы заселения и хозяйственного освоения территории</b> .....	<b>262</b>
4.1. Понятие территориальной организации общества, её компоненты ...	262
4.2. Система расселения как основа территориальной организации общества	267
4.3. Хозяйственное освоение территории. ....	279
<b>Примеры ссылок на практические задания из электронного образовательного ресурса</b> .....	<b>288</b>
<b>Библиографический список</b> .....	<b>289</b>



## Введение

В современном обществе нередко география трактуется как описательная наука. Такой взгляд противоречит существу географии. На сегодняшний день в ней усиливаются такие тенденции, как интеграция, экологизация, глобализация, математизация и др. Всё это заставляет задуматься о необходимости комплексной географии, которая призвана исследовать закономерности и механизмы взаимодействия природы и общества на разных уровнях. География сегодня изучает взаимосвязи природных и антропогенных факторов, особенности развития различных территориальных систем, участвует в решении ряда политических, экономических, экологических проблем современности и играет роль связующего звена между естественными и общественными науками. География формирует восприятие мира не в виде набора отдельных природных, экономических или социальных компонентов, а в виде иерархии территориальных природно-общественных систем, развивающихся согласно определённым законам. К важнейшим задачам современной географии относится объективная оценка экологической ситуации в мире и на уровне регионов, разработка мер по улучшению использования природных ресурсов.

Курс «География» призван вооружить обучающихся знанием о строении и качественном своеобразии географической оболочки планеты, подводит к пониманию единства и взаимообусловленности земных сил, природных и социальных процессов, служит основой для дальнейшего углубленного изучения таких учебных дисциплин, как ландшафтоведение, учение о гидросфере, учение об атмосфере, геоэкология, социальная экология и др. При его изучении закладываются основы понимания принципов разработки эффективных природоохранных мероприятий и рационального использования природных ресурсов. Курс призван сформировать следующие общекультурные и профессиональные компетенции:

- студент владеет культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, постановке цели и выбору путей её достижения;
- готов использовать полученные знания в будущей профессиональной деятельности;

- способен анализировать мировоззренческие, социально и личностно значимые проблемы;
- имеет представление о сущности предмета географии;
- понимает современные тенденции в развитии географии;
- готов к обсуждению глобальных проблем пространственно-временного взаимодействия природных, антропогенных и природно-антропогенных систем;
- способен устанавливать причинно-следственные связи между природными процессами и анализировать влияние антропогенного воздействия на изменение окружающей среды;
- готов самостоятельно приобретать знания в области теории и практики учебной дисциплины.

В подготовке учебного пособия автор руководствовался программой учебной дисциплины, составленной в соответствии с ФГОС третьего поколения. Учебное пособие состоит из четырех глав. В главы включены параграфы. Пособие имеет внутреннюю рубрикацию, которая позволит читателям подразделить текст на отдельные смысловые части. Важнейшие научные понятия, термины, ключевые слова выделены в тексте курсивом.

В связи с увеличением количества часов, отводимых на самостоятельную работу студентов, особое значение приобретает её организация. В конце каждого параграфа пособия содержатся контрольные вопросы, на которые студентам необходимо ответить, и задания для выполнения в рамках подготовки к текущим занятиям по дисциплине. В этом же списке предусмотрены вопросы и задания и для самостоятельной внеаудиторной работы (отмечены символом\*).

Учебное пособие представляет собой часть учебно-методического комплекса (УМК), разработанного автором по дисциплине «География» для бакалавров профиля «экология», включенного в электронный образовательный ресурс (ЭОР). В УМК входят лекции, комплекс практических заданий, тестовые задания для контроля, глоссарии по темам. В конце настоящего пособия приведены примеры ссылок на практические задания из ЭОР.

При изучении дисциплины «География» для бакалавров экологического профиля посредством настоящего учебного пособия предполагается постоянное обращение и к другим источникам географической информации (литературные, картографические источники, Internet-ресурсы и др.).

# *Глава 1*

## **География как система наук и объекты географического изучения**

### **1.1. Интегративная роль географии, её место в системе наук и основные тенденции развития**

География как система научных дисциплин. История географической науки насчитывает несколько тысячелетий. География – это наука о закономерностях распределения по земной поверхности и формирования объектов и явлений географической оболочки. Географию называют также системой научных дисциплин, изучающих географическую оболочку Земли, природно-территориальные, территориально-производственные и социально-территориальные комплексы, составляющие их компоненты, взаимосвязи между ними. В связи с этим объект географии отличается от объектов других наук своей сложностью, комплексностью, разнообразной системной организацией.

При всей сложности системы географических наук обычно выделяется несколько её ветвей:

- физическая география, которая распадается на науки, изучающие природные компоненты и их свойства – общее землеведение, ландшафтоведение, геоморфологию, климатологию, палеогеографию, гидрологию, географию почв, биогеографию, океанологию, гляциологию, криологию, метеорологию и др.;

- экономическая и социальная география – комплекс наук, занимающихся изучением территориальной организации общества; включает географию населения, промышленности, сельского хозяйства, транспорта, обслуживания и др.;

- картография как ветвь географии занимает особое место в ряду географических наук. Картография изучает теорию, методику и технические приемы создания и использования географических карт, глобусов, карт планет, звёздного неба и т. д. Являясь технической наукой, картография входит в систему географических наук в связи с историческими причинами и общностью основных целей и задач с другими географическими науками. Посредством картографических изображений как образно-знаковых моде-



лей исследуют пространственные размещения, сочетания и связи явлений природы и общества. Картография подразделяется на картоведение, математическую картографию, проектирование и составление карт, историю картографии, картографическую топонимику, геологическую, почвенную, экономическую, космическую картографию и т. п.;

– географическое страноведение – географическая дисциплина, занимающаяся комплексным изучением стран, систематизирующая и обобщающая разнородные данные об их природе, населении, культуре, хозяйстве, социальной организации.

На стыках между физической и экономической географией, а также между ними и другими смежными науками возникли многие «пограничные» научные дисциплины: политическая география, историческая география, медицинская география, военная география, рекреационная география, география городов, география природных ресурсов, нозогеография и др.

В зависимости от подходов и широты территориального охвата выделяют также общественную географию. Её становление происходит в процессе интеграции экономической, социальной, политической, культурной, рекреационной, поведенческой географии. Такой синтез является ответом на вызов современности, на социальный заказ научного обоснования путей совершенствования территориальной организации общества. Появилась потребность всестороннего анализа, диагностики и программирования жизнедеятельности людей, объединённых в поселенческие и территориальные общности. Удовлетворить эту потребность призвана общественная география. На фоне мировых тенденций и глобальных процессов выделяются специфические российские процессы реформирования экономики и всего общества, территориальной организации социально-экономического и политического пространства, поиска собственной «ниши» в мировой экономике. Перенос центра тяжести процессов функционирования российского общества в регионы и провозглашение гуманистических целей и социальных приоритетов устойчивого развития каждой территории требует деятельностного подхода и научного обеспечения, включая и общественно-географические рекомендации. Трансформация экономической географии в социально-экономическую, далее – в экономическую, социальную и политическую географию, ставшую базисом общественной географии, прослеживалась в течение всего XX столетия. Об этом свидетельствуют исследования ряда учёных: Н. Н. Баранского, Ю. Г. Саушкина, М. Д. Шарыгина, Ю. Н. Гладкого и других.

Сущность общественной географии и её строение впервые были рассмотрены В. М. Гохманом. В качестве основного предмета познания предлагалось рассматривать территориально-общественные системы,

функционирующие в составе интегральных геосистем. Внутреннее строение общественной географии было предложено рассматривать в форме взаимосвязанных направлений: социальной, экономической и культурной географии. При этом была выявлена тенденция интегрирующей дифференциации, которая проявляется и в настоящее время. Общественная география синтезирует эти дисциплины, позиционирует границы своей деятельности, находит новые контакты со смежными дисциплинами, сохраняя своё уникальное место в системе научного знания. Общественная география представляет собой не просто сумму входящих в её состав научных направлений; это новая наука, которая сохраняет все исторически накопленные знания и одновременно нацелена в будущее.

Господствующая парадигма пространственно-временной организации общества и функционирования территориальных общественных систем (ТОС) формирует стержневую область научно-географических исследований. ТОС представляют собой пространственные ячейки жизни людей, включающие все сферы человеческого бытия. Являясь основным предметом познания общественной географии, ТОС являются пространственными формированиями, где протекает повседневная жизнедеятельность людей. Они отличаются целостностью и открытостью, обладают синергетическими свойствами и новыми качественными характеристиками по отношению к входящим в их состав компонентам. Комплексное изучение этого предмета становится действенным при условии формирования адекватных методологических основ и соответствующего методического инструментария. В связи с этим всё более чётко проявляется тенденция формирования методологического базиса общественной географии. Методология, разрабатывая принципы, подходы и методы познания, ориентирует общественно-географические исследования на изучение и конструирование ТОС разного масштаба и профиля. Становление методологии общественной географии происходит под влиянием достижений философии, науковедения и метагеографии в сочетании с методологическими основами социально-экономической и политической географии. В современных условиях всё ярче проявляется тенденция теоретизации общественной географии, которая становится фундаментальной наукой. Общественная география способна решать актуальные проблемы развития и пространственной организации жизнедеятельности общества, взаимодействия общества и природы. Особенно важна её роль в решении глобальных, страновых, региональных и локальных проблем в новых геополитических и геоэкономических условиях. Огромное значение исследования общественной географии имеют в области разработки стратегии устойчивого развития России и её регионов с сохранением экологического равновесия.

Решение экологических проблем человечества невозможно без понимания структуры и закономерностей функционирования географических систем. Сегодня в рамках географической науки интенсивно формируется экологическая география, представляющая собой особое направление в ней, ориентированное на изучение географической среды с экологической точки зрения и с целью решения экологических проблем человечества. Основная задача экологической географии заключается в анализе экологического потенциала ландшафтов, т. е. способности удовлетворять потребности человека как живого существа в первичных средствах существования – воздухе, свете, тепле, воде, условиях для трудовой деятельности и отдыха. Исходным понятием для данного научного направления служит понятие «окружающая человека среда», представляющая собой совокупность абиотической (сочетание условий неорганической среды), биотической (сочетание природно-антропогенных факторов) и социальной среды, оказывающей влияние на повседневную жизнь людей, их хозяйственную деятельность. С точки зрения характера исследуемых геосистем учёными выделяется экологическая география суши, пресных водоёмов, океана, Крайнего Севера, высокогорий и т. п. В зависимости от уровня регионального охвата различают:

- межрегиональный уровень: континенты, субконтиненты и их физико-географические подразделения и т. д.;
- макрорегиональный уровень: в основном зонально-секторные макрорегионы в рамках отдельных физико-географических стран;
- мезорегиональный уровень: ландшафтные провинции и подпровинции;
- низовой уровень: собственно ландшафтный.

В социально-экономической географии утвердились такие области научных разработок, как экология города, экология горнопромышленных районов, экология отдельных отраслей материального производства и т. п.

**2. Основные тенденции в развитии географии.** Основная задача географии состоит в исследовании полноты механизма взаимодействия природы и общества, в объективной и всесторонней оценке экологической обстановки в мире с целью обоснования путей рациональной территориальной организации общества и природопользования, создания основ стратегии экологически безопасного развития общества. В наши дни география продолжает играть всё возрастающую роль. Учёные продолжают делать новые открытия (в Антарктике, Мировом океане). Однако сегодня ликвидация «белых пятен» на географической карте – уже не главная задача географии. Напротив, основным объектом её исследований становятся наиболее освоенные и густонаселённые районы Земли; учёные исследуют пространственные соотношения геосистем, образовавшихся на поверхности Земли в процессе её длительного развития. При этом ге-

ография из науки описательной и познавательной превращается в науку преобразовательного характера. По предложению академика И. П. Герасимова её стали называть конструктивной географией. Конструктивно-географические исследования представляют собой своеобразный мост между географической наукой и современной хозяйственной практикой. Они решают проблемы рационального использования и преобразования природной среды, размещения населения и хозяйства, географического прогноза. Таким образом, интеграция естественно-научных и социальных идей входит в число ведущих тенденций развития географии на современном этапе. Комплексное изучение процессов, которые приводят к существующему размещению объектов в географическом пространстве, является наиболее общей и универсальной задачей современной географии.

Перспективы развития географии определяются путями развития науки в целом. Эпоха научно-технической революции многократно увеличила возможности изучения Земли, её географии. Усиливается фундаментальная, проблемная, прогностическая и идеографическая (нацеленная на исследование индивидуальной конкретной действительности) тенденция в развитии географии. В этом заключена сущность главных функций географии – гносеологической (познавательной) и конструктивной (преобразующей). Большое значение для географии приобрело выполнение таких функций, как исследование и решение проблем природопользования, участие в экологических экспертизах, мониторинге среды обитания человека.

Географическая картина мира – одно из наиболее общих понятий географической науки. Она представляет собой целостное представление о мире. Помимо создания географической картины мира современная география активно участвует в преобразовании окружающей среды, переходя, таким образом, от констатации фактов и осмысления их к инженерному проектированию территориальных природно-общественных геосистем и прогнозу их изменений под влиянием деятельности человека. Поэтому в настоящее время говорят о рождении инженерной географии, изучающей и прогнозирующей антропогенные изменения геосистем. География вносит свой вклад не только в изучение природы, населения и хозяйства; важным является и её идеологическая функция.

География рассматривает процессы гуманизации, социологизации, экологизации географии и глобализации мышления. Гуманизация связана с поворотом к человеку как главному объекту, ко всем его сферам жизнедеятельности. Социологизация тесно связана с гуманизацией и заключается в повышении внимания к социальным аспектам развития, к географическим аспектам общественной жизни. Экологизация предполагает рассмотрение человека в неразрывной связи со средой обитания и условиями воспроизводства жизни. Её сущность – во внимании к проб-

лемам взаимоотношений человека и природной среды, в формировании представлений о Земле, как об общем доме человечества, в возрастании значения проблем охраны природы. Сегодня невозможно представить образованного человека, не знающего основ географии, не ориентирующегося в экологических проблемах.

В системе географических наук выделяют и такие «сквозные» процессы, как технизация, т. е. проникновение в географию элементов инженерно-конструктивного подхода; агротехнизация – использование географами элементов агротехнического подхода.

Намечается более интенсивное переплетение географической науки с биологией – биологизация, т. е. применение в целях повышения прикладного значения географических исследований новых результатов, методов и подходов, теорий современной биологии. Биологизация проявляется также в развитии пограничных между географией и биологией наук, таких как биогеоценология, медицинская география, биоклиматология и др.

Заметен процесс химизации географии, т. е. глубокое проникновение в сущность процессов миграции химических элементов в окружающей среде, в химизм её загрязнений, в достижения технологии будущего, что изменит круговорот веществ между человеком и природой. Процесс химизации географии нашел своё воплощение в геохимическом направлении географических исследований (развивается геохимия ландшафтов, гидрохимия вод суши, химия мирового океана и другие дисциплины).

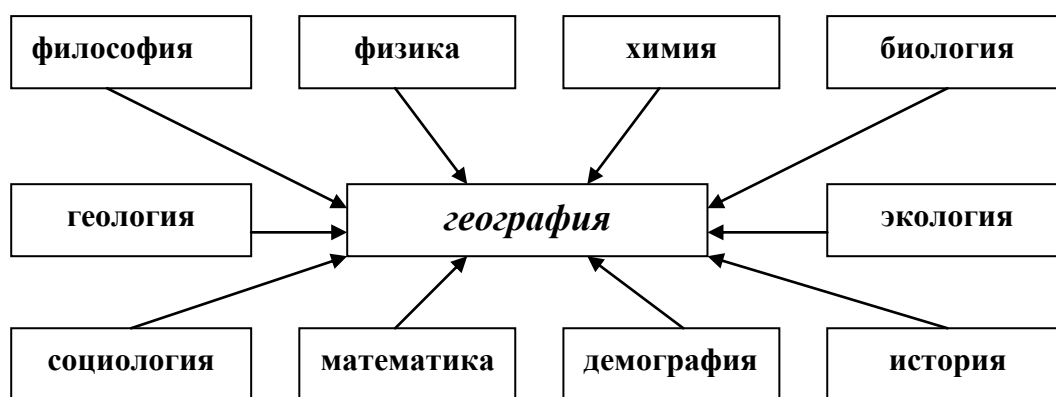
К числу важнейших тенденций развития современной географии можно отнести её математизацию, которая входит в географию через усиление и качественное видоизменение картометрических работ. Большое значение приобретает математическое и математико-картографическое моделирование. Идёт работа по установлению географических структур для перехода к их исчислению на основе типологии математических структур и математических теорий.

На современном этапе развития человечества география обретает новые перспективы. Это органически связано с глобальным процессом географизации мышления, географизацией наук и практической деятельности людей. Сущность категории «географизация» (внедрение географического мышления) заключается в утверждении и распространении геопространственной парадигмы, основу которой образует триединый подход – территориальность, комплексность, конкретность. Внедрение географического мышления охватывает разные стороны сферы управления и деятельности общества. Главные из них: сфера управления, сфера образования, сфера популяризации географических идей и знаний среди широких слоёв населения.

*Глобализация мышления* обусловлена тем, что конфликты между потребностями людей и их хозяйственной деятельностью, с одной сторо-

ны, и состоянием природных комплексов – с другой, приобрели глобальные масштабы, а человечество так же представляет собой глобальную систему.

Названные и другие процессы приобрели важное интегративное значение в географических исследованиях, вызвав к жизни новые ветви науки, в которых сливаются воедино физико-, экономико– и социально-географические идеи и методы, проявляются тесные связи с другими (не-географическими науками). Таким образом, в ходе своего развития география не изолировалась от других наук. Как наука мировоззренческая, она тесно связана с философией. При изучении природных компонентов географической оболочки укрепились её связи с химией, физикой, биологией, а при обосновании рациональных форм территориальной организации общества – с экономикой, социологией, экологией, этнографией и др. (схема).



*Схема.* Связи географии с другими науками

География занимает уникальное место в системе наук, являясь связующим звеном между естественными и общественными науками. География охватывает всю систему «природная среда – общество – человек», что позволяет ей комплексно рассматривать среду обитания (жизненное пространство) человечества. Она формирует восприятие мира не в виде набора отдельных природных или общественных компонентов, а в виде чёткой иерархии территориальных природно-общественных систем. География – конструктивная наука, призванная организовать пространственную жизнь общества. Отличительная черта географического подхода к изучаемым явлениям – анализ взаимовлияния и взаимообусловленности природной среды и общественной жизни, их развития в пространстве и времени, познание законов пространственной организации природы и человеческого общества на глобальном, региональном и локальном уровнях. На современном этапе в развитии географии важное значение приобрели такие тенденции, как экологизация, гуманизация, социологизация и др.

## ***Контрольные вопросы и задания***

1. Почему по сравнению с другими науками география имеет более сложный и комплексный объект исследования?
2. Что входит в структуру географической науки?
3. Какие «пограничные» научные дисциплины возникли на стыке между физической и экономической географией и смежными науками?\*
4. Какова сущность и предмет общественной географии? Основные тенденции её развития и роль в решении проблем современности.
5. Экологическая география как особое направление в географической науке и её место в системе географических наук.
6. В чём состоит процесс экологизации географии?
7. Какова сущность гуманизации географии? Почему этот процесс приобретает особое значение на современном этапе развития географической науки?
8. Назовите и раскройте сущность других тенденций в развитии географии.\*
9. Раскройте содержание понятия «конструктивная география».\*

### **1.2. Основные этапы становления и развития географической науки**

География зародилась на заре развития человеческой цивилизации, но на разных этапах своего исторического пути содержание и цели географии не оставались неизменными, поэтому *география – наука древняя и одновременно молодая*: сегодня она решает совсем другие задачи. В течение многих веков география *была описательно-познавательной наукой*, задачи её сводились к открытию и описанию ранее неизвестных стран и земель, воссозданию картины поверхности земного шара, нанесению на карту и описанию различных географических объектов и т. д. Однако географы в прошлом были не только собирателями фактов, среди них были и выдающиеся мыслители. Уже в глубокой древности люди пытались объяснить такие сложные природные процессы, как разливы рек, приливы и отливы, происхождение ветров и морских течений и др. Но уровень науки был таковым, что учёные не могли экспериментально исследовать наблюдаемые явления и лишь догадывались об их сущности и происхождении. К концу XX в. география стала опираться на основные законы физики, химии и биологии и смогла приступить к изучению сложных географических закономерностей. Современная география – это сложная разветвленная система наук – естественных и общественных, связанных общими целями. Одна из важнейших задач современной географии – изучение

процессов взаимодействия природы и общества в целях научного обоснования рационального использования природных ресурсов и сохранения благоприятных условий для жизни человека на планете.

**1. Географические идеи Древнего мира.** Зачатки географических знаний появились ещё у первобытных людей, т. к. существование их зависело от способности ориентироваться в пространстве, отыскивать естественные убежища, источники воды, места для охоты, камни для орудий и т. д. Пробразам географических карт были рисунки местности на шкурах, бересте деревьев. Считается, что примитивная карта как способ передачи географической информации возникла задолго до возникновения письменности. Уже на самых ранних стадиях своей хозяйственной деятельности первобытный человек вступил в сложные взаимодействия с окружающей природной средой. Исследования археологов в последние годы показали, что уже в конце палеолита (древнего каменного века) человек уничтожил большую часть крупных млекопитающих, обитающих в умеренном поясе северного полушария, вызвав таким образом «первый экологический кризис» в истории планеты, и вынужден был от собирательства и охоты перейти к земледелию.

Первые письменные документы оставили земледельческие народы Древнего Востока: Египта, Двуречья, Северной Индии и Китая (IV–II тысячелетия до н. э.). У этих народов возникли зачатки научных знаний в области математики, астрономии, механики, которые использовались затем для решения проблем географического характера. Так, в Египте в эпоху Древнего царства (до 2500 г. до н. э.) создавался земельный кадастр, проводились астрономические наблюдения. Египтяне довольно точно определили продолжительность года, ввели солнечный календарь, установили закономерности повторения солнечных затмений и научились предсказывать их. Им были известны солнечные часы. Из Двуречья происходит деление эклиптики на 12 знаков зодиака, года на 12 мес., суток на 24 ч, окружности на 360°. Представления народов Древнего Востока имели мифологический характер. Ещё в III тысячелетии до н. э. шумеры создали мифы о сотворении мира, потопе и рае, которые отразились затем во многих религиях. Астрономические наблюдения в то время не привели к правильным взглядам на строение Вселенной.

Среди географических идей древнего мира, унаследованных современной географией, особое значение имеют взгляды учёных античности. Античная (греко-римская) география достигла своего расцвета в Древней Греции и Риме в период с XII в. до н. э. по 146 г. н. э. В Древней Греции Парменидом была впервые высказана идея о шарообразности Земли. Аристотель (IV в. до н. э.) привел первые достоверные доказательства в пользу этой идеи (круглая форма земной тени при лунных затмениях и изменение вида звёздного неба при передвижении с севера на юг). Пред-



ставление о географической (климатической) зональности, основанное на идее шарообразности Земли, также берёт свое начало в античной географии от Эвдокса из Книды (400–347 гг. до н. э.). Посидоний (на границе II–I вв. до н. э.) выделил 9 географических поясов.

В Древней Греции зародились основные направления географической науки. Уже к VI в. до н. э. нужды мореплавания и торговли вызвали необходимость в описаниях суши и морских берегов. На рубеже VI в. до н. э. Гекатей составил описание Ойкумены – всех стран, известных в то время древним грекам. Это стало началом страноведческого направления в географии. К эпохе эллинизма (330–146 гг. до н. э.) относится возникновение математической географии. Одним из первых представителей этого направления был Эратосфен (276–194 гг. до н. э.). Он впервые довольно точно определил размеры окружности земного шара путём измерения дуги меридиана (ошибка измерения составила не более 10 %). Эратосфену принадлежит большой труд под названием «Географические записки», где впервые был употреблён термин «география». В книге даётся описание Ойкумены, рассматриваются вопросы математической и физической географии. Таким образом, Эратосфен объединил все три направления под единым наименованием «география», и его считают «отцом» географической науки. Итоги античной географии были подведены уже в эпоху Римской империи двумя выдающимися учёными – *Страбоном* (ок. 64 г. до н. э.) и *Клавдием Птолемеем* (90–168 гг. н. э.). Труды этих учёных отражают разные взгляды на содержание и задачи географии. Страбон был представителем страноведческого направления, ограничивающим задачи географии только описанием Ойкумены и считающим, что выяснение фигуры Земли и её измерение – дело математиков, а объяснение причин происходящих явлений на Земле – философов. Его труд «География» в 17 книгах – сочинение, источник по истории и физической географии античного мира, полностью дошедший до нас. К. Птолемей был последним и самым выдающимся представителем античной математической географии. Он считал основной задачей географии создание географических карт. Им было составлено «Руководство по географии», представляющее собой перечень нескольких тысяч пунктов с указанием их широты и долготы. Птолемеем во II в. н. э. была составлена наиболее совершенная карта древнего мира, которая неоднократно издавалась в средние века.

Итак, данный этап характеризуется первоначальным накоплением географических знаний. В общих чертах была изучена поверхность Земли, к концу этапа у человечества сформировался определённый географический кругозор, зародились важные идеи и представления, развитые в дальнейшем другими учёными.

**2. География Средневековья.** Средние века (V–XV вв.) в Европе характеризуются относительным застоём в развитии науки. Феодалная замкнутость и религиозное мировоззрение Средневековья не способствовали

развитию интереса к изучению природы. Учения античных учёных искоренялись христианской церковью как «языческие». Большой вклад на этом этапе в развитие науки внесли арабы. Создавая большое государство, они были заинтересованы в изучении особенностей подвластных им стран, поэтому собрали огромный материал описательного характера, в связи с чем овладели более глубокими и точными сведениями о некоторых восточных странах. *Арабы* проникли на Пиренейский полуостров, на юге – в Индийский океан, вплоть до Мадагаскара (IX в.), на востоке – в Китай, с юга обошли вокруг Азии.

В средние века начал стремительно расширяться пространственный географический кругозор европейцев, что привело к значительным территориальным открытиям в разных уголках земного шара. *Норманны* («северные люди») сначала плавали из Южной Скандинавии в Балтийское и Черное море («путь из варяг в греки»), позднее – в Средиземное море. В 982 г. *Лейвом Эриксоном* было открыто восточное побережье Северной Америки, норманны проникли к югу до 45–40° с. ш.

*Марко Поло* (1254–1324), венецианский купец и путешественник, совершил путешествие через Центральную Азию в Китай, где прожил около 17 лет. Находясь на службе у монгольского хана, посетил разные части Китая и пограничные с ним области. Первым из европейцев описал Китай, страны Передней и Центральной Азии в «Книге Марко Поло» («О разнообразии мира»), послужившей одним из основных источников для составления карты Азии. М. Поло существенно расширил пространственный кругозор европейцев, познакомив их с богатствами Востока.

Русский купец *Афанасий Никитин* совершил подобное путешествие. С торговыми целями он отправился в 1466 г. из г. Твери по Волге, пересёк Каспий и через Персию достиг Индии. На обратном пути, через три года, он вернулся через Персию и Чёрное море. Записки, сделанные *Афанасием Никитиным* во время путешествия, известны под названием «Хождение за три моря», в них содержатся сведения о населении, хозяйстве, религии, обычаях и природе Индии.

В области картографии важным моментом следует считать появление *компаса*, что вызвало появление портоланов – компасных карт, по которым определялись курсы кораблей. Таким образом, в средние века были заложены основы главных современных направлений естественнонаучной ветви географии.

**3. Великие географические открытия.** Расширение географического кругозора в результате путешествий подготовило почву для Великих географических открытий. Феодалные отношения в это время стали вытесняться более прогрессивными – капиталистическими. Перемены представляли новые условия науке, способствовали общему подъёму интеллектуальной жизни человеческого общества. Продолжающиеся путешествия

обогащали науку новыми географическими фактами. Большое значение приобретает ознакомление христианского мира с географией и картой Птолемея. Текст был переведен на латинский язык, карты перечерчены.

На рубеже XV и XVI столетий произошли выдающиеся географические события: плавание генуэзца *Х. Колумба* к Багамским островам, на Кубу, Гаити, к устью реки Ориноко и на побережье Центральной Америки (1492–1504 гг.); португальцев Васко да Гама вокруг Южной Африки в Индостан (1497–1498 гг.), *Ф. Магеллана* и его спутников вокруг Южной Америки по Тихому океану и вокруг Южной Африки (1519–1521 гг.) – первое кругосветное плавание. Плаванья Колумба, Васко да Гама и Магеллана имели целью достижение морским путём богатейших пространств мира – Южной Азии с Индией и Индонезией и других районов.

Большим научным достижением этого периода является гелиоцентрическая система *Н. Коперника* (1543 г.). И. Кеплер открыл законы движения планет относительно Солнца. Успехи астрономии позволили разработать определение географических координат. Появились первые термометры, барометры и другие метеоприборы.

Расцвет русских географических открытий приходится на XVI–XVII вв. Географические данные (с 852 г.) содержит первая русская летопись – «Повесть временных лет» *Нестора*. Русские города-государства, развиваясь, искали новые природные источники богатства и рынки сбыта товаров. В особенности это касалось Новгорода. В XII в. новгородцы достигли Белого моря. Начались плаванья на запад в Скандинавию, к северу – на Шпицберген, к северо-востоку – на Таз, где русские основали торговый город Мангазею (1601–1652 гг.). Несколько раньше началось движение на восток сухопутным путём, через Сибирь (Ермак, 1581–1584 гг.). Подвигом русских землепроходцев стало продвижение в глубь Сибири и к Тихому океану. Потребовалось примерно 50 лет для того, чтобы пересечь пространство от Оби до Берингова пролива. В 1639 г. *Иван Москвитин* достигает Тихого океана у Охотска. *Василий Поярков* в 1643–1646 гг. прошёл от Лены до рек Яна и Индигирка, первым из русских землепроходцев совершил плавание по Амурскому лиману и Сахалинскому заливу Охотского моря. В 1647–1648 гг. *Ерофей Хабаров* прошёл Амур до Сунгари. В 1648 г. *Семен Дежнев* огибает Чукотский полуостров, открывает мыс, носящий ныне его имя, и доказывает, что Азия от Северной Америки отделена проливом (Беринговым). В 1675 г. в Китай направляется русский посол *Спафарий* (1675–1678 гг.) с указанием изобразить все земли, города и пути на чертеже. Чертежи, т. е. карты, были в России в то время документами государственного значения [14].

Издаются первые русские картографические произведения.

1. *Большой чертёж Российского государства*, составленный в одном экземпляре в 1552 г. Источниками для него послужили «писцовые книги».

2. *Книга Большого чертежа* – текст к чертежу. Один из поздних списков книги издан Н. Новиковым в 1773 г.

3. *Чертёж Сибирской земли*, составленный в 1667 г. До нас дошёл в копии.

4. *Чертёжная книга Сибири*, составленная в 1701 г. по приказу Петра I в Тобольске С. У. Ремизовым. Это первый русский географический атлас из 23 карт с чертежами отдельных районов и населённых пунктов.

Таким образом, и в России метод обобщений стал раньше всего картографическим.

В первой половине XVIII в. продолжались обширные географические описания, но увеличивалось значение географических обобщений. Происходило обширное многолетнее изучение русского побережья Северного Ледовитого океана Великой Северной экспедицией (1733–1743 гг.) и экспедицией *Витуса Беринга* и *Алексея Чирикова*, которые во время Первой и Второй Камчатских экспедиций открыли морской путь от Камчатки к Северной Америке (1741 г.) и описали часть северо-западного побережья материка и некоторые из Алеутских островов. В 1724 г. была учреждена Российская академия наук с Географическим департаментом в её составе (с 1739 г.), возглавляемым *первыми русскими учёными* – географами *В. Н. Татищевым* (1686–1750) и *М. В. Ломоносовым* (1711–1765). Они стали организаторами детальных географических исследований территории России и сами внесли значительный вклад в развитие теоретической географии. В 1742 г. М. В. Ломоносовым написано *первое отечественное сочинение* с теоретическим географическим содержанием – «О слоях земных». В 1755 г. выходят в свет две русские *классические страноведческие монографии*: «Описание земли Камчатки» *С. П. Крашенинникова* и «Оренбургская топография» *П. И. Рычкова*. Начался ломоносовский период в отечественной географии, названный временем размышлений и обобщений.

**4. Расцвет географической науки.** Подъём научной географии особенно ярко проявился на грани XVIII–XIX столетий – времени наибольших успехов капиталистической системы производства, которое было ознаменовано промышленной революцией в странах Европы. В этот период потребность в знаниях непрерывно возрастала.

*Западноевропейская география XVII–XIX вв.* На рубеже двух исторических этапов в 1650 г. в Нидерландах увидел свет труд выдающегося учёного *Берхарда Варениуса* (1622–1650) «География Генеральная» («Всеобщая география»). Второе и третье издание этой книги вышли под редакцией *Исаака Ньютона* – великого физика, очень близкого к географии. Б. Варениусу принадлежит первая попытка заложить основы научного общего землеведения, а также определить предмет и содержание географии, основываясь на новых данных о Земле, собранных в эпоху Великих геогра-

фических открытий. Он различал три части земного шара, которые стали прообразами компонентных оболочек Земли: 1) «землю», т. е. твёрдую земную поверхность вместе с растениями и животными; 2) «воду» (гидросферу) – поверхностную и подземную; 3) атмосферу. Большое внимание в своих трудах впервые им было уделено Мировому океану. Учёный сделал попытку определить объём Мирового океана, отметил относительную неизменность его уровня, рассмотрел морские течения и др. Б. Варениус писал о географических зонах, указывая на зависимость климата от рельефа, близости или отдаленности моря; связывал движение воздуха с изменением давления, пытался объяснить увеличение осадков в горах.

Большая роль на этом этапе принадлежит и другим западно-европейским географам. Современник М. В. Ломоносова *Иммануил Кант* (1724–1804) был не только выдающимся философом, но и известным географом своего времени, считавшим географию важной воспитательной и познавательной дисциплиной. К географии и антропологии имеют отношение 27 сочинений учёного. Им читались лекции по географии в университете. В своих лекциях И. Кант кроме собственно физического землеведения даёт географию человека и страноведение.

Современником И. Канта был немецкий географ *Александр Гумбольдт* (1769–1859), который вместе с французским ботаником *Эме Бонпланом* совершил своё знаменитое путешествие в Америку (1799–1804 гг.). Гумбольдт – полевой исследователь природы. В 1827 г. он совершил продолжительное путешествие по России из Петербурга через Урал на Алтай и Нижнюю Волгу. Научное творчество А. Гумбольдта основывается только на естественных законах развития природы. Он занимался вопросами геоморфологии, сделав первую попытку вычислить среднюю высоту материков; геоботаники, изучая растительные сообщества и растительные формации; климатологии, обобщая результаты наблюдений в Европе; предложил метод изотерм и т. п. А. Гумбольдт ставил перед географией следующую основную задачу: исследовать общие законы и внутренние связи земных явлений. Он подчёркивал тесное взаимодействие суши, океана и атмосферы; особое внимание обращал на зависимость между живой и неживой природой. Гумбольдт дал описание природных зон Земли, описав только их климат и растительность, поскольку не мог иметь представления о почвообразовании, о геохимических и других важных процессах, без которых невозможно полностью раскрыть сущность природного комплекса. *Чарльз Дарвин* (1809–1882) стал основателем исторического подхода к развитию природы. Дарвина многие считают только биологом. Но он был прежде всего географом-путешественником. В 1832–1836 гг. совершил пятилетнее кругосветное путешествие на корабле «Бигль». Главная заслуга Ч. Дарвина – создание теории эволюции органического мира в фундаментальном труде «Происхождение видов путём естественного отбора» (1859 г.).

*Карл Риттер* (1779–1859), в отличие от А. Гумбольдта, был не путешественником, а преимущественно «кабинетным» учёным. Основное, но незаконченное его сочинение – «Землеведение по отношению к природе и истории человека». На русском языке были напечатаны пять томов описания Азии К. Риттера. Второе сочинение К. Риттера – университетский курс общего землеведения. Идеи К. Риттера выражаются следующим образом: география изучает всю Землю. Её природа – единство, созданное творцом на благо европейца. Последователь К. Риттера – *Фридрих Ратцель* (1844–1904) много сделал в рамках физической географии. Ему принадлежат труды о биосфере. Считал, что природные явления, определяя жизнь человека, создают превосходство одних народов (северных) и одной расы (белой) над другими народами и другими расами. По его мнению, расовые различия не могут ужиться рядом. Ф. Ратцелем было опубликовано два тома труда «Антропогеография». Главная идея этого сочинения состоит в существовании общего между группами животных и людей в их жизни, размещении, взаимодействии с окружающей природой: и те и другие должны бороться за своё существование, чтобы выжить. В 1897 г. выходит в свет книга Ф. Ратцеля «Политическая география».

Деятельность представителя немецкой географии *Альфреда Геттнера* (1859–1941) развивалась в академическом направлении. Он был профессором университета. В 1927 г. А. Геттнер собрал свои идеи воедино в книге «География, её история, сущность и методы», переведённой и изданной в нашей стране под редакцией Н. Н. Баранского.

**5. Отечественная география XVIII–XIX вв.** На развитие географии в России в XVIII столетии первоначально оказали определённое влияние идеи западноевропейских учёных, однако они были переработаны, дополнены русскими учёными (В. Н. Татищевым, М. В. Ломоносовым и др.), поэтому русская географическая школа этого времени носила свой самобытный характер. В странах Европы наука была направлена на развитие морского судоходства и заморской торговли, в России же существовали другие практические потребности – необходимо было заселить и освоить с хозяйственной точки зрения тундры, леса, степи и пустыни. В XVIII в. освоение территории России было особенно интенсивным. Россия имела флот на Балтике, на Чёрном море и Тихом океане; стали возникать горнопромышленные районы Урала, Забайкалья, шло строительство новых городов; крупные реки стали использоваться для судоходства. Для нужд хозяйственного освоения территории России была необходима картография и экономическая статистика.

*И. К. Кирилов* (1669–1737) в начале 1720-х гг. возглавлял астрономические, топографические, картографические и статистические работы, планировал составить трехтомный «Атлас Всероссийской империи». Идеи и предложения И. К. Кирилова были в дальнейшем развиты В. Н. Тати-

щевым и М. В. Ломоносовым. Именно с них начинается в России русская научная география. Пётр I в 1719 г. специально поручил В. Н. Татищеву составить историю и географию России. В работе «О географии вообще и о русской» (1746 г.) В. Н. Татищев разделил географию на три раздела, предложив трехмерную модель географической науки:

1) «*по масштабу исследования*» на: а) генеральную, описывающую сушу и воды всей планеты и её частей; б) специальную, описывающую разные страны; в) топографию, описывающую части страны;

2) «*по качествам*» на: а) математическую (измерения Земли), физическую (где обращено главное внимание не только на поверхности, но и создающиеся внутри суши и водной толщи; в) политическую (где на первый план выдвигаются занятия населения, его трудовые навыки, обычаи);

3) «*по переменам времени*» на: а) древнюю географию; б) среднюю географию; в) современную географию.

М. В. Ломоносов хорошо известен как основатель (1755 г.) Московского университета, философ, физик, химик, поэт, экономист, картограф, геолог и географ. В 1758 г. он был во главе Географического департамента Академии наук. Он рассылает на места «Запросы» (анкеты из 30 пунктов) для создания Российского атласа, который должен был сопровождаться полным географическим описанием России. В анкетах большинство пунктов относилось к экономической географии. *Впервые в истории мировой науки в начале 1760 г. М. В. Ломоносов предложил термин «экономическая география».* Нет такого компонента географической оболочки, изучением которого он бы не занимался. В его трудах содержатся описания рельефа, льдов, воды, атмосферы, почв, разных стран. М. В. Ломоносов стал инициатором изучения Арктики и подготовки первых комплексных географических исследований России (Академических экспедиций), создал проект освоения Русского Севера. После Ломоносова внимание царского правительства на значение Северного морского пути пытались обратить и другие крупные учёные – П. А. Кропоткин и Д. И. Менделеев.

П. П. Семёнов-Тян-Шанский создал в России оригинальную географическую школу – школу путешественников. Своё путешествие на Тянь-Шань (1856–1857 гг.) он провёл как естествоиспытатель, позднее его внимание привлекли и вопросы исторической географии, демографии, географии населения и экономической географии в целом. П. П. Семёновым-Тян-Шанским написаны многие региональные монографии, включая пятитомный «Географо-статистический словарь Российской Империи» (1863–1885 гг.); в течение многих лет он возглавлял Русское географическое общество и превратил его в школу молодых исследователей: путешественников, этнографов, океанологов, картографов. Среди них – Н. Н. Миклухо-Маклай, Н. М. Пржевальский, Г. Н. Потанин, И. Д. Черский, А. П. Федченко, П. А. Кропоткин, А. И. Воейков, Ю. М. Шокальский и др.

*А. И. Воейков* (1842–1916) занимался изучением теплового и водного баланса Земли. В 1870-х гг. путешествовал по Соединенным Штатам Америки и Азии. А. И. Воейков связывал изучение климата с улучшением сельскохозяйственного производства. Занимаясь вопросами усовершенствования сельского хозяйства России, он сопоставил приёмы земледелия в местностях с климатом, схожим с климатом Европейской части России. Так возникло *первое исследование климатических аналогов*. Следуя его советам, на черноморском побережье Грузии стали успешно выращивать чай, в Средней Азии – хлопок, на Украине – пшеницу. Работа А. И. Воейкова «Климаты земного шара, в особенности России» была в 1884 г. Несколькоими годами позже работа была переведена на немецкий язык и высоко оценена климатологами других стран. Однако одна из самых значительных заслуг А. И. Воейкова заключается в том, что он заявил о важности изучения влияния человека на окружающую его природную среду. Он был *одним из первых европейских учёных, который осознавал губительные последствия использования земли человеком*, считая, что вследствие уничтожения растительности в природе происходят разнообразные изменения, которые могут обернуться катастрофическими последствиями; предупреждал о том, что хищническая вырубка лесов на севере страны может изменить климат в сторону его засушливости, считал необходимым возрождение пустынных и полупустынных земель путём их орошения.

Начало современной физической географии в России связано с трудами профессора Петербургского университета *В. В. Докучаева* (1846–1903). Его прогнозы и предложения основывались на комплексных многолетних экспедиционных исследованиях, которые проходили в течение 15 лет. Классическими стали работы В. В. Докучаева – «Русский чернозём» (1883 г.) и «Наши степи прежде и теперь» (1891 г.). По Докучаеву, почва – это результат взаимодействия материнской породы, рельефа, воды, тепла и организмов; она является как бы продуктом ландшафта и в то же время его «зеркалом», отражением системы взаимосвязей в природном комплексе. В. В. Докучаевым высказывалась мысль о том, что необходимо разработать науку, которая изучала бы взаимосвязь между компонентами живой и неживой природы, законы их совместного развития. Началом появления такой науки стало *учение о зонах природы* (1898–1900 гг.).

Русский учёный *Д. Н. Анучин* (1843–1923) создал *университетскую географическую школу*. Первая в России кафедра географии была открыта в Московском университете в 1884 г. По мнению Д. Н. Анучина, география должна изучать природу земной поверхности. Он подразделял географию на землеведение, которое изучает физико-географические компоненты всей поверхности Земли, и страноведение, включающее изучение более широкого комплекса, включающего человека.



**6. Становление современной географии.** Эволюция географической мысли определялась всем ходом развития человеческого общества. Возрастал уровень географического образования населения страны, создавались научные учреждения географического профиля. В 1918 г. создан первый в мире Географический институт как учебное и научно-исследовательское учреждение. В 1919 г. был организован Государственный гидрологический институт и Отдел климатологии при Главной геофизической обсерватории, Высшее геодезическое управление; в 1925 г. – Почвенный институт им. В. В. Докучаева и Институт изучения Севера. Новые задачи, многочисленные экспедиции увеличили объём географической информации и выдвинули перед географией сложные теоретические проблемы. В отечественной географии сформировался ряд прогрессивных теоретических направлений, разрабатываемых представителями ведущих научных школ, которые затем получили широкое признание в мировой науке. Самыми яркими примерами прогрессивных научных школ стали:

- физико-географическая (ландшафтная) школа *Л. С. Берга* (1876–1950) – *А. А. Борзова* (1874–1939);
- географо-генетическая школа *Н. И. Вавилова* (1887–1943);
- географо-геохимическая школа *В. И. Вернадского* (1863–1945) – *Б. Б. Польшова* (1877–1953);
- океанологическая школа *Ю. М. Шокальского* (1856–1940) – *Н. Н. Зубова* (1885–1960);
- биогеографическая школа *В. Н. Сукачева* (1880–1967) – *В. Б. Сочавы* (1905–1978);
- географо-гидрологическая школа *В. Г. Глушкова* (1883–1939) – *С. Д. Муравейского* (1894–1950);
- ландшафто-геофизическая школа *А. А. Григорьева* (1883–1968);
- экономико-географическая школа *Н. Н. Баранского* (1881–1963) – *Н. Н. Колосовского* (1891–1954).

Для данного этапа характерно стремление к сближению физической географии с другими фундаментальными науками (1.1) – астрономией, физикой, химией, геологией, биологией. Среди выдающихся достижений, посвящённых синтезу *физико-географических явлений*, следует отметить исследования академиков *Л. Г. Берга*, *В. И. Вернадского*, *А. А. Григорьева*, *К. К. Маркова*. *Л. С. Берг* развил учение о географических зонах *В. В. Докучаева*, разработал учение о биполярности и амфибореальности. *В. И. Вернадский* создал учение о биосфере (1926 г.) и указал пути её перехода в ноосферу («сферу разума»). *А. А. Григорьевым* создано учение о географической оболочке как предмете изучения физической географии. В 50-е гг. XX в. учёные получили возможность охватить своими исследованиями всю Землю. Проводились океанологические экспедиции, экспедиции в Антарктику и др. Огромное значение для развития отечественной географии имело участие в международном научном мероприятии – Международном геофизическом годе (1957–1959 гг.).

На современном этапе остро назрела необходимость решения новых сложных задач, особенно в системе «природа-общество». Возросла потребность углублённого познания закономерностей природной среды Земли и ближайшего космоса, исследования актуальных проблем пространственной организации производительных сил, расселения и движения населения планеты, социально-политического развития стран и регионов мира. Этап в целом характеризуется процессами гуманизации, экологизации науки и глобализации научного географического мышления. Возрастает интерес к политической географии. Во второй половине XX в. глобальный масштаб воздействия на окружающую среду, высокая концентрация на неё экономических нагрузок приводит к частым нарушениям природного равновесия с губительными последствиями. Во взаимоотношении человека с природой требуется знание законов развития природных комплексов. Большое значение в связи с этим приобретает *системный подход* (1.4), при котором объект исследования рассматривается как совокупность взаимосвязанных элементов. Методы системного анализа используются для исследования географической оболочки как целостной организованной системы. События в различных областях знаний, произошедшие во второй половине XX в., потребовали качественных изменений во взглядах и суждениях. Новые научные данные убеждают в необходимости их учёта при совершенствовании теоретических основ современной географии.

Таким образом, географическое знание стало приобретать организационные формы с XVII в., когда появились картографические учреждения и университетские курсы. К XIX в. были созданы географические общества, кафедры географии в университетах и, следовательно, появились профессиональные географы. Сегодня конструктивной задачей географии является оптимизация территориальной организации природы и общества.

### ***Контрольные вопросы и задания***

1. Раскройте взгляды античных учёных и основные направления географической науки в античное время.
2. Как происходило расширение географического кругозора европейцев в Средние века?
3. Какова роль великих географических открытий в развитии географии? Важнейшие географические открытия и описания.\*
4. Каков вклад западноевропейских учёных в развитие географии?
5. Основные направления отечественной географии XVIII–XIX вв.\*
6. Особенности становления современной географии и научные школы.
7. Какие задачи призвана решать география на современном этапе?\*

### 1.3. Основы процесса географического познания

*1. Методы исследования в географии.* Научное исследование включает два уровня знаний: *эмпирический* (опыт) и *теоретический*. При наблюдениях и экспериментах используются определённые теоретические представления, поэтому разграничение эмпирических и теоретических знаний не имеет чётких границ.

Эмпирические знания включают следующие этапы: *получение информации, её обработку и обобщение*. Исходным этапом эмпирического уровня является сбор информации, которая делится на первичную и вторичную. Первичная информация представляет собой базы данных по многим физическим величинам (температура, солнечная радиация, концентрация химических элементов и др.), характерным для определённого участка земной поверхности. Вторичная информация выдаётся обычно в виде осреднённых величин (например, средние температуры за месяц, год), представляется в виде описаний, сводок, графиков, таблиц.

К эмпирическим методам относится *экспедиционный (полевой) метод*, который осуществляется стационарным и маршрутным способом, а также камеральный, лабораторный методы, включающие работу с приборами.

*Наблюдения.* Получение информации возможно при непосредственном контакте исследователя с объектом в ходе наблюдений и экспериментов. Наблюдение с древних времён было первоисточником знаний об окружающем мире. Оно даёт сведения о географическом объекте в природной среде. Все наблюдения можно разделить на натурные и экспериментальные.

*Эксперимент* – это измерение, проводимое в контролируемых условиях по заранее составленной программе. Он способствует получению новых данных. Часто эксперименты ставит и сама природа, например, интенсивную вулканическую деятельность и усиление солнечной активности вызывают факторы, находящиеся за пределами географической оболочки (это эксперименты внешнего природного происхождения). Природными экспериментами можно назвать все явления в географической оболочке, являющиеся аномальными. Это катастрофические наводнения, оползни, сели, сильные засухи, пыльные бури и т. д. Для выяснения причин возникновения таких явлений и организуют натурные эксперименты.

*Модельные эксперименты* осуществляют на аналогах определённых природных систем в лаборатории или с помощью компьютерных технологий. Моделирование – одна из основных категорий теории познания. Сущность его заключается в исследовании каких-либо явлений, процессов или систем путём построения их моделей. При моделировании изучаемый объект, процесс или явление заменяется искусственной систе-

мой. Закономерности и тенденции, выявленные в процессе моделирования, переносятся затем на реальную действительность. Моделирование даёт ключ к познанию объектов, которые не поддаются измерению.

Модели подразделяются на *физические и математические*. По физическим моделям воспроизводят географический объект или процесс в искусственных условиях, в этом случае физическая модель тождественна конструированию (например, моделирование в искусственном бассейне волнения, изучение механизма передачи энергии ветра волнам и др.). Математические модели создаются с использованием математических расчётов, считаются наиболее эффективными. Среди математических моделей – циркуляционные процессы в атмосфере и океане, изменение уровня Мирового океана, колебания климата и ледников в четвертичное время и др. Моделирование не ограничивается глобальными процессами. Чаще всего учёных интересуют локальные варианты развития географических ситуаций (например, разработка различных экологических моделей, в основе которых лежат реальные описанные физические процессы). Особое значение для географии имеют общегеографические математико-картографические модели. К ним относятся модели, затрагивающие проблемы взаимодействия общества и природы. На основе глобальных моделей могут быть созданы и частные, в том числе региональные, модели, отражающие специфику той или иной территории.

*Картографический метод* исследования заключается в использовании карт в целях: получения сведений (качественных и количественных характеристик), изучения взаимосвязей и взаимозависимостей явлений, установления динамики и эволюции явлений, нанесения данных мониторинга. Карта – наиболее распространённая географическая модель. Карта используется как средство систематизации географических знаний и выявления пространственных закономерностей явлений и процессов. Однако картографическое изображение недостаточно раскрывает динамику явлений. Всё больше применяются цифровые методы картографирования. Главные предпосылки становления и развития картографического метода заключаются в создании фонда тематических карт, в разработке и совершенствовании приёмов анализа карт, в автоматизации картографии.

*Сравнительно-географический метод* – традиционный и универсальный для географии. В физической географии применяется при характеристике рельефа, климата, рек, природных комплексов. Большое применение находит в страноведении. К основным принципам сравнения в географии относятся:

- возможность сравнения только одномасштабных объектов и только однопорядковых признаков объектов, явлений и процессов;
- необходимость сравнения существенных, а затем второстепенных признаков;

- учёт тех объективных условий, в которых сравниваемые объекты развивались и существуют.

*Статистические методы* представляют собой совокупность количественных методов сбора, обработки и анализа массовых исходных данных. В зависимости от цели исследования и характера изучаемых объектов применяются методы математической и социально-математической статистики. В географии чаще употребляются математико-статистические методы проверки гипотез, методы многомерной статистики, статистическое моделирование. Социально-экономическая статистика применяется при изучении социальных, экономических и других явлений и процессов.

*Аэрокосмические (дистанционные) методы.* Их реализация требует использования летательных воздушных или космических аппаратов. Различают *аэрометоды* – методы визуального наблюдения, ведущиеся с летательного аппарата. Однако большую роль играет аэросъёмка (аэрофотосъёмка). Она широко применяется в ландшафтных исследованиях. К числу *космических методов* относят визуальные наблюдения – прямые наблюдения за состоянием атмосферы, земной поверхности, а также метод космической съёмки. Главным её достоинством является огромная обзорность космоснимков (в частности, 450×450 км), большая скорость получения и передачи информации, возможность многократного повторения снимков одних и тех же объектов и территорий, что позволяет анализировать динамику процессов.

*Геоинформационные системы (ГИС).* Возрастающая необходимость в систематическом получении и использовании информации требует организации достаточно сложных систем, содержащих все исходные о территории (акватории) данные (о рельефе, почве, внутренних водах, растительности, климате, населении, промышленности, инфраструктуре, характере и степени антропогенного воздействия и др.). Для этого используются данные не только наук о Земле, но и других научных дисциплин (математики, кибернетики и др.). Возникла новая наука – *геоинформатика*, изучающая принципы, технику (приборы) и технологию получения, накопления, систематизации, обработки и передачи информации.

*Геоинформационная система* – это программный человеко-машинный комплекс, обеспечивающий сбор, обработку, хранение, распространение и выдачу географической информации. Существуют типы ГИС:

- по охвату территории (глобальные, международные, региональные, национальные и др.);
- многоцелевые и специализированные (справочные, кадастровые, инженерно-планировочные и др.);
- общегеографические и отраслевые (водных ресурсов, лесопользования и др.);
- картографические (каталог карт и атласов);

- библиографические (информация об опубликованных и неопубликованных источниках данных);
- тематические (посвящённые сбору данных о состоянии природных компонентов).

Информационные системы могут составлять единую, или комплексную ГИС – систему, выполняющую сбор, кодирование, хранение, систематизацию, обработку, анализ и воспроизведение информации. Массовое внедрение ГИС в географию охватило многие её отрасли, но, главным образом, картографию, которая претерпевает значительную перестройку и нашла своё выражение в *геоинформационном картографировании*, суть которого состоит в информационно-картографическом моделировании природных и социально-экономических систем.

**2. Принципы географических исследований.** Проведение географических исследований подчинено ряду принципов.

*Принцип историзма* определяет исследование природы земной поверхности через историю её развития. Являясь составной частью сравнительно-исторического метода, данный принцип позволяет на основе анализа современной ситуации воспроизводить условия прошлого. Например, в палеогеографии анализ развития реликтовых (древних) и современных элементов ландшафта позволяет выявить особенности природы в прошлом и настоящем, что служит основой прогноза на будущее. Принцип историзма целесообразно использовать при экологических исследованиях, т. к. прогнозы ближайших изменений могут быть сопоставлены с уже происходившими подобными переменами.

*Принцип всеобщей связи явлений* – универсальный научный принцип, устанавливающий зависимость существования явлений на земной поверхности. Он ориентирует исследователя на поиски причин тех или иных явлений и позволяет успешнее делать прогноз и регулировать функционирование геосистем. Частным выражением данного принципа является *принцип целостности* географической оболочки, согласно которому изменение любого компонента природного комплекса приводит к изменению других компонентов и всей системы в целом.

*Принцип симметрии.* Его основу составляет сравнение симметрии объекта с потенциально возможной для объектов данного типа, что ориентирует исследование в определённом направлении (например, обнаруженное отклонение формы Земли от шара заставило искать причины этого явления).

*Принцип научной идеализации.* В природе не существует идеальных объектов. Идеальные объекты – подобие реальности, конструируются из набора основных свойств или параметров, присущих реальности. Второстепенные свойства при этом не учитываются. Идеальными объек-

тами можно считать земной шар, идеальный материк. Идеальные объекты отражают существенные стороны реального мира, поэтому являются необходимыми элементами научного познания в географии.

*Принцип аналогии.* Получение знаний по аналогии позволяет сократить время, потраченное на исследование, поскольку непосредственные изучения объектов географической оболочки требуют затрат и времени. В этом случае для географического объекта, процесса или явления подбирается аналог из другой системы, которая достаточно хорошо изучена, и знания о нём переносят на изучаемый географический объект, процесс или явление.

*Принцип структурного анализа.* Его основой является изучение взаимодействия составных частей географической оболочки. Поиск факторов и причин развития тех или иных процессов ведётся не за пределами геосистем, а связан со структурой взаимодействия составных частей объекта.

**3. Подходы в географии.** В современных условиях можно чётко проследить тенденцию дальнейшего развития методологических основ, которые ориентированы на новый предмет познания и учитывают новейшие достижения в методике исследований. Очень важную роль в методологии призваны сыграть подходы географических исследований. Совокупность научных подходов для географических исследований включает:

- *системно-диалектический подход*, который позволяет рассмотреть предмет исследования как целостную, находящуюся в постоянном движении и развитии систему;

- *территориальный подход.* Территория – это не только основа всех сфер жизнедеятельности людей, но и специфический ресурс и сфера человеческого бытия. Данный подход позволяет учесть пространственную дифференциацию ландшафтного разнообразия, этническую разнообразность населения, региональные различия хозяйствования и жизнедеятельности людей;

- *исторический подход* позволяет проследить развитие и эволюцию изучаемого географического объекта, вскрыть временной аспект территориальных систем, раскрыть их динамику;

- *ноосферный подход* позволяет не только комплексно исследовать географический объект, но и руководствоваться гуманными и созидательными целевыми установками, глубоко и разносторонне вскрыть сущность географии, сориентироваться в правильном направлении при изучении процессов территориальной организации жизнедеятельности населения, взаимодействия природы и общества, функционирования и развития ТОС. В результате более чётко определяются приоритеты организации пространства, гуманизируются цели, социализируется природа; на базе ноосферного подхода могут разрабатываться долгосрочные прогнозы, стратегические планы развития и функционирования государств и регионов;

- *антропоцентристский подход* нацеливает исследователей на достижение высокого качества жизни, на духовное богатство, культуру и нравственность населения. Для определения духовных качеств широко привлекаются методы социального опроса, интервьюирования и анкетирования. Качество жизни людей определяется индексом человеческого развития и качеством окружающей среды;

- *этногенетический подход* основан на теории этногенеза Л. Н. Гумилёва и даёт возможность рассмотреть территориальную общность людей как этнос – явление, функционирующее на границе био– и социосферы и имеющее специфическое предназначение (миссию) в строении ноосферы; данный подход позволяет установить новые связи этноса с природным окружением; это, в свою очередь, выводит географические исследования в пограничную область – социальную экологию;

- *средовый подход* призван рассматривать человека как «хозяина», а природную, экономическую, социальную, духовную сферы как окружение – своеобразный «дом» (среду) обитания людей; подход позволяет конструировать социально-экологических системы;

- *проблемный подход* позволяет глубже познать циклический ход развития и процессы пространственно-временной организации природы и общества; при этом привлекается разнообразный методический инструментарий, включающий как географические методы, так и методы сопряжённых социально-экономических и естественно-научных дисциплин.

Таким образом, в процессе познания своего объекта география использует сопряжённый комплекс разнообразных принципов и методов и подходов к исследованию, которые динамично развиваются на основе применения новейших достижений науки и техники.

### ***Контрольные вопросы и задания***

1. Какие методы исследования используются для географических исследований? В чём заключается их сущность?

2. Охарактеризуйте модели, которые можно использовать в географических исследованиях.

3. В чём сущность картографического и сравнительно-географического метода исследования в географии?

4. Какова роль дистанционных методов исследования в географии?

5. Геоинформационные системы в географических исследованиях. Типы ГИС.\*

6. В чём состоит суть принципов историзма, всеобщей связи явлений, симметрии, аналогии, информационного и структурного анализа в географии?\*

7. Какие научные подходы используются в географических исследованиях?



## 1.4. Системный подход в географии и основы учения о геосистемах

### 1. Роль системного подхода в географических исследованиях.

В связи с тем, что современный этап развития многих научных направлений характеризуется процессом систематизации, классификации, теоретических обобщений, стремлением к синтезу накопленных знаний, традиционные методы и подходы уже не всегда в состоянии справиться с этими задачами. Поэтому появилась необходимость единой методологической основы, позволяющей объединить различные научные подходы в общую концепцию. Большие возможности для решения этих вопросов открывает *системный подход*, который ориентирован на раскрытие сущности объектов как целостных систем, исследования их многообразных внутренних и внешних связей и механизмов формирования устойчивой структуры. Системный подход связан с субъектами познания. В современной методологии науки всё больше выдвигается на передний план активность субъекта.

Одним из основоположников системного подхода считается *Л. фон Берталанфи* – австрийско-американский биолог, первые публикации которого по этой теме относятся к концу 40-х гг. XX в., однако развитие данный подход получил в 60-е гг. XX в.

*Система* представляет собой целостный комплекс взаимосвязанных элементов. Любая система обладает свойствами: целостность (изменение любого элемента ведёт к изменению всей системы); суммативность (изменение любого элемента зависит только от него самого); механизация (переход от целостности к суммативности); централизация (увеличение коэффициентов взаимодействия элементов системы, приводящее к изменению всей системы); иерархическое построение. Системный подход к изучению объектов различного характера является в настоящее время *общенаучным*.

*Системный подход в географии* – исследование географических объектов как систем, которые состоят из разнородных, но взаимосвязанных элементов, обладающих единством. Элемент – географический объект, часть сложного объекта (системы), выполняющий в нём определённую функцию.

В наибольшей степени идеи системного подхода проявились в физической географии в учении о *геосистемах*. На основе системного подхода формируется *географическая тектология* – направление научной мысли, исследующее фундаментальные принципы организации и эволюции географических (геопространственных) систем.

Основными предпосылками внедрения системного подхода в географические науки являются:

- *чрезвычайная сложность реального мира*, что заставляет исследователей попытаться изолировать составные части действительности в эксперименте, либо путём абстрагирования проанализировать взаимодействие этих частей;

- *непрерывность реального мира*. Самая главная изначальная проблема состоит в опознании и выделении наиболее значимых частей реального мира. С одной стороны, каждая из таких частей или структур должна быть достаточно сложной, чтобы обладать высокой степенью внутренней согласованности, тогда её изучение даст положительный результат; с другой – она должна быть достаточно простой для понимания и исследования.

Системный подход применим к широкому кругу географических проблем. Он может быть использован для рассмотрения и конструирования геосистем как в статике, так и в динамике.

**2. Геосистема как природно-географическое единство.** Среди природных систем в окружающей человека среде особую роль играют географические системы или *геосистемы*. Геосистема – фундаментальная категория геоэкологии, обозначающая совокупность компонентов географической оболочки, объединённых потоками энергии и вещества. В целом, это понятие очень близко к понятию экосистемы или геобиоценоза. Геосистема представляет собой целое множество взаимосвязанных компонентов географической оболочки, включающей в себя нижние слои атмосферы, гидросферу, земную кору и биосферу (географическое определение).

Понятие «геосистема» в советскую науку ввёл академик *В. Б. Сочава*, который пришёл к крупнейшим обобщениям в области учения о геосистемах. В учении о геосистемах он видел теоретическую основу для решения острейших проблем оптимизации природной среды. Поскольку практически все географические науки в той или иной степени занимаются вопросами взаимодействия компонентов природной среды, существует довольно много понятий, близких к понятию «геосистема». Согласно определению *В. Б. Сочавы*, *геосистемы* – это природно-географические единства всех возможных категорий, от планетарной геосистемы (географической оболочки) до элементарной геосистемы (физико-географической фации).

С точки зрения *Ю. Г. Саушкина*, геосистема – универсальная пространственно-временная система природно-общественного образования. При необходимости можно говорить о геосистеме природного или общественного происхождения.

Геосистемы весьма разномаштабны, поэтому совершенно естественно их разделение по размерности: длине, площади, объёму, массе, времени. Выделяют три уровня (ранга) геосистем:

*Глобальная геосистема* (планетарная геосистема, синоним географической оболочки, высшее природное единство).

*Региональная (основная) геосистема* представляет собой наиболее дробное подразделение географической оболочки, которое достаточно полно характеризует местные особенности структуры географической среды; по масштабу и конфигурации соответствует ландшафту.

*Локальная (элементарная) геосистема*, представляющая собой относительно недолговечный, быстро трансформирующийся комплекс, внутри которого природные условия практически однородны. Соответствует физико-географической фации.

*Фация* – наиболее дробное и наименее долговечное подразделение географической среды (элементарная геосистема), которое не пересекается ни одним существенным природным рубежом.

*Ландшафт* – основная геосистема, внутри физико-географической области (страны), представляющая участок земной поверхности, на котором выявляется специфичная для него сложная система фаций, образующих территориальные сочетания (урочища, группа урочищ), динамические и разного рода факторальные ряды. В ландшафте совмещаются региональный и типологический показатели природы. Как основная таксологическая единица географической среды ландшафт в равной степени является категорией систематики геосистем и районирования территории.

Связь между компонентами геосистемы может быть поставлена на первое место в ряду логических критериев учения о геосистемах, т. к. характеризует очень важную особенность структуры этих систем. При нарушении связей (допустимой жёсткости детерминации) геосистема неминуемо распадается. Это обстоятельство, с одной стороны, определяет возможность длительного существования геосистемы как целого и, с другой, не стесняет некоторые отклонения режимов, её компонентов. Компонентами ландшафта (и любой геосистемы) являются слагающие его «естественно-исторические тела» – качественно особые виды материи (климат, морфологический комплекс с присущей ему геологической основой, воды, почва, растительность и пр.). Каждый компонент геосистемы представлен подразделениями различного ранга, сформировавшимися в процессе исторического развития этого компонента при взаимодействии с другими, нередко развивающимися в другом темпе. Каждый компонент геосистемы имеет свой возраст. Геосистемы есть диалектическое целое с многообразными связями и противоречиями.

**3. Динамика и эволюция геосистем.** Для геосистем характерно проявление динамики. Различают стабилизирующую и преобразующую динамику. Изучение механизма стабилизирующей динамики имеет большое практическое значение для рационального управления воспроизводством природных богатств. Стабилизирующая динамика геосистем

не менее значима, чем преобразовательная, однако до сих пор она мало изучена. Для исследования геосистем и управления ими, для того чтобы превратить природные геосистемы в кибернетические системы, необходимо познание обоих видов динамики, которые станут «ключами» к управлению природой. Динамика геосистем (в ландшафтных геосистемах) – изменения циклического характера под воздействием сил извне и внутренних противоречий её развития, имеющие обратимый характер и не приводящие к перестройке структуры геосистемы. То есть, все геосистемы подвержены постоянным изменениям. Изменения могут быть циклическими (например, смена времён года). Однако в каждой геосистеме можно выделить неизменяемую часть – инвариант (совокупность признаков геосистемы, не подверженных динамическим преобразованиям; основная категория на определённом отрезке эволюции, остающейся относительно неизменной). Инвариант геосистемы позволяет идентифицировать её вне зависимости от её динамического состояния.

Ландшафтная сфера и вся составляющая её иерархия геосистем формировалась в процессе исторического развития, и поэтому изучение большей части пройденного ими пути относится к компетенции палеогеографии и геологии. Процесс эволюции ландшафтной оболочки на протяжении геологических периодов шёл в определённом направлении в результате саморазвития геосистем и воздействия на них изменяющихся внешних условий. Сменяющие друг друга инварианты представляют собой этапы эволюционного процесса. Сами они на всём протяжении эволюции были представлены множеством переменных состояний, каждое из которых надо рассматривать как временное преобразование инварианта.

Все превращения условно неизменного инварианта геосистемы рассматриваются как её динамика. В широком смысле динамика не отделима от эволюции, а эволюция от динамики. Для каждого инварианта время, прошедшее с момента его возникновения в процессе эволюции ландшафтной сферы, считается возрастом геосистемы, а время существования каждого из переменных состояний одного инварианта на определённом участке поверхности – долговечностью геосистемы. Таким образом, возраст геосистемы – это продолжительность её существования в эволюционном ряду в качестве определённого структурно-динамического типа. Как правило, чем выше рангом подразделение природной среды, тем больше его возраст. Очень часто о древности той или иной геосистемы судят на основе возраста рельефа территории. Однако знания возраста одного компонента бывает недостаточно. Следует различать возраст геосистемы и отдельных её составляющих. Возраст геосистемы определяется тем сроком, в течение которого взаимоотношения между её компонентами остаются более или менее подобными. Отдельные компоненты при этом могут быть старше. Установление возраста геосистем требует

анализа связей между компонентами геосистем во временном разрезе, т. е. необходимо составить представление об эволюции системных связей в том или ином интервале геологического летоисчисления.

Вопросы долговечности геосистем относятся к сфере физической географии. Они решаются методами полевых ландшафтных исследований. Долговечность биогеоценозов одной и той же фации может быть неодинаковой. Понятие долговечности чаще всего применяется к фациям или биогеоценозам. При этом имеется в виду период времени, в течение которого тот или иной биогеоценоз удерживает за собой определённую территорию, что нередко можно установить достаточно точно. Долговечностью отличаются многие коренные биогеоценозы, которым присущ и относительно большой возраст. Наряду с этим некоторые серийные биогеоценозы недолговечные, хотя и относятся к серийным фациям, имеющим большой возраст.

Понятие долговечности применимо также к группам и классам фаций. Оценка возраста и долговечности геосистемы в единицах времени (относительных и абсолютных) составляет одну из ближайших, пока не решённых задач учения о геосистемах. В настоящее время в этом плане опираются преимущественно на сравнительно-географические наблюдения, поскольку до сих пор не выработано применяемой методики летоисчисления для датировки динамических трансформаций геосистем.

Различают два вида состояний геосистем: эквифинальное и переменное. К эквифинальным геосистемам относятся коренные, условно-коренные и квазикоренные. *Коренные геосистемы* – это устойчивые геомеры и геохоры с прочно установившимися внутрисистемными и внешними связями. Это понятие соответствует общеизвестному представлению о заключительном природном комплексе. *Условно-коренные* геосистемы обычно близки к коренным и отличаются от последних лишь тем, что за недостатком времени еще не пришли в равновесие как внутри себя, так и с внешней средой. *Квазикоренные* (от лат. мнимый, ненастоящий) *геосистемы* по сравнению с коренными видоизменены в результате гипертрофии или гипотрофии одного из компонентов системы (например, избытка влаги и недостатка кислорода на торфяных болотах, скопления солей в грунтах солончаках и пр.). Геосистемы с нарушенной структурой делятся на две категории:

- геосистемы, относительно сохранившие свои спонтанные потенции и способные произвести первоначальную структуру за счёт факторов саморегуляции;
- геосистемы, коренным образом изменившие свою структуру, восстановление которой возможно лишь через длительный срок и только при воздействии планетарно-региональных движущих сил.

**4. Саморегуляция геосистем.** Для сформировавшихся систем характерен ряд специфических черт. Одной из наиболее важных черт является наличие аппарата *саморегуляции*. Гомеостаз – одно из главнейших условий, определяющих восстанавливаемость природных ресурсов и свойств окружающей среды (самоочищение воздушного бассейна, водных масс, почв и др.). Под *саморегулирующейся геосистемой* понимается приведение её в устойчивое состояние в процессе функционирования – круговорота субстанции и излучение тепла, жизнедеятельности биоты и др. Саморегуляция и определяемое ею стабилизирующее начало обеспечивает относительное равновесие всей системы, что является важнейшим фактором организации геосистем. Саморегуляция в зависимости от сопровождающих её условий определяет в одних случаях дискретность, в других – непрерывность изменения структуры на определённом пространстве.

Чем выше организация системы, чем сложнее её саморегуляция. Она проявляется в совокупности положительных и отрицательных обратных связей, направленных на выравнивание состояния геосистемы в случае внешних воздействий. Если внешняя среда усложняет свою организацию, то саморегуляция направлена на достижение более высокого уровня. Если происходит деградация уровня организации внешней среды, то может произойти и деградация данной системы. Например, деградация ряда видов животных, деградация антропогенных ландшафтов по сравнению с ландшафтами дикой природы. В этом случае саморегуляция либо сохраняет прежний уровень, т. к. нет стимулов к развитию, либо направлена в сторону деградации системы. Деградация может идти до тех пор, пока не достигает определённого уровня, порога, за которым существование данной системы как автономной единицы будет под вопросом.

Саморегуляция обуславливает относительное равновесие геосистемы при её спонтанном развитии. Она заметно проявляется и при рациональной мере воздействия, например, антропогенного, на геосистему извне (сенокосение, выпас, нормированная рубка деревьев, рациональное водопользование и др.). При значительных нарушениях структуры геосистемы роль саморегуляции снижается, но в полной мере она не может быть устранена. Всегда остаётся радиационный фактор и региональные особенности климата, под влиянием которых коренная структура природной среды имеет шансы в той или иной степени восстановиться, что требует разного и нередко большого промежутка времени. В спонтанных условиях саморегуляция направлена, главным образом, на обеспечение равновесия геосистемы, которое нарушается различными отклонениями воздействующих факторов среды от средней их нормы по ходу временных циклов (периоды засухи; резкие, случающиеся раз в десятилетия похолодания; колебания уровня грунтовых вод).

Саморегуляция – свойство, проявляющееся в разных геосистемах по-разному. Это зависит от их структурных особенностей. В основном, саморегуляция наиболее действенна в оптимальных условиях тепла и влаги. Например, в южных районах тайги она выражена сильнее, чем в северных. Саморегуляция геосистемы в значительной мере зависит от направленности взаимоотношений между составляющими её компонентами. Очень важен при этом режим связей как геосистемы в целом, так и подчинённых ей систем. Много в этом отношении определяет наличие обратных связей. Геосистема как класс управляющих систем выявляется и описывается при макроподходе. При макроподходе она расчленяется на элементарные управляющие системы, число которых может быть довольно большим. Отдельные элементарные системы характеризуются наличием или отсутствием обратных связей, что обнаруживается при изучении их функционирования.

Обратные связи подразделяются на положительные и отрицательные. Положительные обратные связи чаще усиливают цепные реакции, сопровождающие преобразовательную динамику; отрицательные обратные связи больше способствуют восстановлению равновесия, т. е. определяют саморегуляцию. Это относится к саморегуляции геосистем в региональном масштабе, а процесс саморегуляции рассчитан на длительный промежуток времени. Но обратные связи в качестве стабилизирующего фактора действуют и в геосистемах топологической размерности, при этом их эффект может проявиться за меньший промежуток времени.

Стабильность системы обеспечивается не только отрицательной обратной связью. Положительная обратная связь при определённых условиях может обеспечить необходимый для стабилизации компенсационный эффект. Кроме того, при некоторых обстоятельствах любая обратная связь сама по себе не обеспечивает стабильность системы. Последняя обеспечивается обратными связями отрицательного и положительного значения, но при определённых условиях. Таким образом, саморегуляция – это составная часть сложного процесса восстановления нарушенной структуры геосистемы. Причём действенность её тем больше, чем меньше нарушена структура.

**5. Основные свойства геосистем.** Геосистемы обладают определённым количеством свойств. Главным из них является целостность. *Целостность* геосистем обеспечивается всей совокупностью связей, в том числе и вторичных, действием потоков не только главных, системообразующих, но и относительно слабых. Но в совокупности они могут оказать довольно значительное влияние на систему.

Геосистема – это не простая сумма элементов, а целостное, «живое» образование, имеющее свои специфические черты, которые не имеют элементы данной системы. Это свойство системы называют *эмерджентностью*. Кроме этого для геосистем характерна репликация и усиление.

Они могут не всегда проявляться. Трудно сказать, что будет характерно для каждого конкретного случая. Элементы геосистемы не всегда оказывают одинаковое влияние на систему. Одни элементы наиболее сильные, их называют критическими. Другие наиболее слабые, их можно назвать вторичными. Для изучения геосистемы чрезвычайно важно корректное выявление критических элементов, т. к. именно по ним и строится система. Элементы различаются не только по своему значению в системе, но и по скорости развития. Каждому элементу присуща своя скорость. Это положение всегда необходимо учитывать. В связи с этим различают время существования геосистемы и время существования элементов. Поведение геосистемы определяется набором возможных состояний данной системы. Следовательно, для того чтобы изучить поведение геосистемы и подойти к её управлению, необходимо выявить все возможные состояния. Очевидно, для каждого инварианта геосистемы характерен свой набор возможных состояний с небольшими отклонениями в каждом конкретном случае.

*Автономность* геосистем – способность создавать и поддерживать высокую степень внутренней упорядоченности. Высокая внутренняя упорядоченность компонентов достигается при низком уровне энтропии, т. е. количестве связанной энергии, которая недоступна для использования.

*Территориальность* геосистем – главное свойство систем, рассматриваемое географией. Предполагает учёт зависимости и развития геосистем от размещения её элементов на территории. Например, для социально-экономических систем большое значение имеет размещение её компонентов в пространстве по отношению к центрам переработки и потребления продукции, транспортным путям, трудовым ресурсам. Территориальные факторы во многом определяют эффективность производства, устойчивость функционирования геосистем.

*Функциональность.* Под функцией геосистем понимается вклад, действие различных элементов системы, направленное на её сохранение. Важной задачей является выявление эффективности структуры системы, т. е. того, насколько она способствует успешному выполнению её целевой функции, которая обеспечивает постоянство некоторого состояния на выходе системы.

*Под устойчивостью* геосистем подразумевается способность сохранять свои свойства в течение определённого времени при внешних воздействиях, поддерживать внутренние связи при переходе из одного состояния в другое, самовосстанавливаться после прекращения воздействия, т. е. способность к саморегуляции.

**6. Ландшафтно-геохимические аспекты прогнозирования состояний геосистем в условиях техногенного воздействия.** Ландшафтно-геохимический прогноз, как часть ландшафтного, направлен на предсказание потенциально возможных (с учётом воздействия природных и антропогенных факторов) характеристик вещества геосистем. Его основным предме-



том служит изменение поведения вещества в геосистемах топологического и регионального уровня. Значимость ландшафтно-геохимического прогноза особенно повышается в предсказании поведения геосистем в условиях усиливающегося техногенного воздействия. Поэтому наибольшее внимание в геохимии ландшафтов уделяется прогнозированию изменений в количестве и составе веществ, обусловленных антропогенным воздействием, причём значительная роль отводится изучению устойчивости геосистем к техногенному загрязнению и способности их к самоочищению от продуктов техногенеза. Во многом эта способность обеспечивается совместимостью природных и техногенных потоков вещества.

Таким образом, предметом ландшафтно-геохимического прогноза (как части геохимического) является изменение поведения вещества, а объектом (как части ландшафтного прогноза) – геосистемы. Как и перед любым ландшафтным прогнозом, перед ландшафтно-геохимическим прогнозом стоит задача выбора оптимального соотношения между жёсткой охраной и разумным преобразованием геосистем. В большей части случаев, даже в условиях интенсивного воздействия техногенного фактора, природная составляющая геосистем преобладает над техногенной. Поэтому при прогнозировании, прежде всего, следует учитывать естественные изменения природной среды, связанные с развитием геосистем.

В ландшафтно-геохимическом прогнозировании природные особенности вещества геосистем рассматриваются как фон прогноза, на который техногенные факторы накладывают возмущения, приводящие к изменению вещественного баланса. Накопление этих изменений приводит к возникновению антропогенных производных геосистем, но геосистема как объект прогноза по-прежнему остаётся природным образованием. Лишь в отдельных локусах природной среды возникает новый класс образований, в которых техногенные факторы довлеют над природными. Эти образования В. Б. Сочава предложил называть *геотехническими системами (ГТС)*, или контролируемыми геосистемами, т. е. это системы, включающие в себя одновременно элементы природы, а также различные технические объекты и комплексы технологических процессов. ГТС следует рассматривать как образования, у которых природные и технические части настолько взаимосвязаны, что функционируют в составе единого целого. Однако и антропогенные факторы опосредуются природными, в связи с чем создаваемые человеком сооружения, связанные с ними компоненты природной среды, в целом способны изменяться по законам природы. Поэтому даже при интенсивной антропогенизации геосистем основное внимание ландшафтоведов-геохимиков должны привлекать природные процессы. Отправными моментами для ландшафтно-геохимического прогноза служат: естественные эволюционные и динамические тенденции и закономерности; планы социально-экономического развития, учитывающие прогресс техники.

Современный уровень знаний о природных процессах, неоднозначность планов и невозможность предсказания прогресса в технологиях обуславливают неоднозначность географического прогноза, приводящую его к многовариантности. Ландшафтно-геохимический прогноз, обращаясь к устойчивости геосистем, напрямую смыкается с проблемой нормирования антропогенных нагрузок на геосистемы. *Нагрузка* – мера антропогенно-технического воздействия на ландшафт в форме изъятия, привнесения или перемещения вещества и энергии, изменения пространственной структуры. Допустимой формой антропогенной нагрузки считается величина, при которой не происходит существенных нарушений свойств и функций ландшафта. Основной частью исследований по определению допустимых норм нагрузки является эксперимент, включающий обоснование и выбор объектов изучения, измерение нагрузки, определение зависимости состояния от нагрузки и разработка основ норм. Таким образом, разработка ландшафтно-геохимического прогноза и норм антропогенных нагрузок на геосистемы, наряду с детальным изучением естественного развития геосистем, требует использования специальных методов исследования, объединённых понятием «географический эксперимент». Изучение геосистем потребовало быстрого развития теоретической и математической географии, методологии, внедрённых достижений логики и науковедения в исследования.

### *Контрольные вопросы и задания*

1. Какова сущность системного подхода и его значение в географических исследованиях?
  2. Каковы основные предпосылки внедрения системного подхода в географические науки?
  3. Раскройте содержание понятия «геосистема».
  4. Какие выделяют уровни геосистем?
  5. Какую роль играет наличие связей в геосистеме?
  6. Почему динамика и эволюция геосистем рассматриваются во взаимосвязи?
  7. Что подразумевается под долговечностью геосистем?\*
  8. Какие различают виды состояний геосистем? Дайте понятие о коренных, условно-коренных и ложнокоренных геосистемах.\*
  9. Саморегуляция как важнейшее свойство геосистем, её роль в их поддержании и особенности проявления в разных геосистемах.\*
  10. Какова роль обратных связей в обеспечении стабильности геосистем?
  11. Какие образования называют геотехническими системами?\*
  12. Чем обеспечивается целостность геосистем как их свойство?\*
- Назовите другие свойства геосистем.

13. В чём заключается суть и значимость ландшафтно-геохимического прогнозирования состояния геосистем?

14. Почему при ландшафтно-геохимическом прогнозировании, прежде всего, следует учитывать естественные (а не техногенные) изменения геосистем?

### **1.5. Экосистема как частный случай геосистем и объект изучения географии**

*1. Понятие экосистемы, её свойства и признаки.* Экосистема – биологическая система, состоящая из сообщества живых организмов (биоценоз); среды их обитания (биотоп); системы связей, осуществляющей обмен веществом и энергией между ними. Любое единство, включающее все организмы на данном участке и взаимодействующее с физической средой таким образом, что поток энергии создаёт чётко определённую трофическую структуру, видовое разнообразие и круговорот веществ внутри системы, представляет собой экологическую систему, или экосистему. То есть сообщества взаимодействующих живых организмов в экосистеме представляют собой не случайный набор видов, а вполне определённую систему, достаточно устойчивую, связанную многочисленными внутренними связями, с относительно постоянной структурой и взаимообусловленным набором видов. Таким образом, для естественной экосистемы всегда характерны следующие три признака:

- экосистема обязательно представляет собой совокупность живых и неживых компонентов;
- в рамках экосистемы осуществляется полный цикл, начиная с создания органического вещества и заканчивая его разложением на неорганические составляющие;
- экосистема сохраняет устойчивость в течение длительного времени, что обеспечивается определённой структурой биотических (живых) и абиотических (неживых) компонентов.

Все организмы Земли и среда их обитания представляют собой экосистему высшего ранга – биосферу. Биосфера также обладает устойчивостью и другими свойствами экосистемы.

Примером экосистемы является пруд с обитающими в нём растениями, рыбами, беспозвоночными животными, микроорганизмами, составляющими живую компоненту системы, биоценоз. Для пруда как экосистемы характерны донные отложения определённого состава, химический состав (ионный состав, концентрация растворённых газов) воды, физические параметры (прозрачность воды, температура), определённые показатели биологической продуктивности, трофический статус водоёма. Другой пример экологической системы – таёжный лес с определённым

составом лесной подстилки, формирующимся под сообществом типом почв, устойчивым растительным покровом, со строго определёнными показателями микроклимата (температуры, влажности) и соответствующим данным условиям среды комплексом животных организмов. Немаловажным аспектом, позволяющим определять типы и границы экосистем, является трофическая структура сообщества и соотношение производителей биомассы, её потребителей и разрушающих биомассу организмов, а также показатели продуктивности и обмена вещества и энергии.

Экосистема – *открытая система*, характеризующаяся входными и выходными потоками вещества и энергии. Основа существования экосистемы – поток энергии солнечного света, который является следствием термоядерной реакции в прямом (фотосинтез) или косвенном (разложение органического вещества) виде, за исключением глубоководных экосистем, источником энергии в которых является внутреннее тепло земли и энергия химических реакций.

Экосистема – сложная самоорганизующаяся, саморегулирующаяся и саморазвивающаяся система. Биотический компонент экосистемы включает *автотрофный* (организмы, получающие первичную энергию для существования из фото– и хемосинтеза или продуценты) и *гетеротрофный* (организмы, получающие энергию из процессов окисления органического вещества – консументы и редуценты) компоненты, формирующие трофическую структуру экосистемы. Единственным источником энергии для существования экосистемы и поддержания в ней различных процессов являются продуценты, усваивающие энергию солнца, (тепла, химических связей) с эффективностью 0,1–1 %, реже – 3–4,5 % от первоначального количества. Автотрофы представляют первый трофический уровень экосистемы. Последующие трофические уровни экосистемы формируются за счёт консументов (2, 3, 4-й и последующие уровни) и замыкаются редуцентами, которые переводят неживое органическое вещество в минеральную форму, которая может быть усвоена автотрофным элементом. Автотрофы, консументы, редуценты составляют биомассу экосистемы.

Под *экотопом* в экосистеме понимается определённая территория или акватория с особенностями почв, грунтов, микроклимата и других факторов в неизменённом организмами виде. Примерами экотопа могут служить, например, наносные грунты, образовавшиеся вулканические или коралловые острова, вырытые человеком карьеры и другие, заново образовавшиеся территории. Основным элементом экотопа – *эдафотоп* (почва). Однако более точно это понятие следует определять как часть косной среды, преобразованной организмами, т. е. не всю почву, а лишь её часть. Почва (эдафотоп) является важнейшей составляющей экосистемы: в ней происходит замыкание циклов вещества и энергии, осуществляется перевод из мёртвого органического вещества в минеральное и его вовлечение в живую биомассу. Основными носителями энергии в эдафотопе

выступают органические соединения углерода, их лабильные и стабильные формы, они в наибольшей степени определяют плодородие почв. *Биотоп* – среда обитания организмов сообщества, представляет собой преобразованный биотой экотоп или участок территории, однородный по условиям жизни для определённых видов живых организмов или для формирования определённого биоценоза.

**2. Устойчивость экосистем.** Экосистема характеризуется наличием прямых и обратных связей, поддерживающих гомеостаз экосистемы в некоторых пределах параметров окружающей среды, где она способна при внешних воздействиях поддерживать свою структуру и функции относительно неизменными. Обычно выделяют два типа гомеостаза: *резистентный* – способность экосистем сохранять структуру и функции при негативном внешнем воздействии и *упругий* – способность экосистемы восстанавливать структуру и функции при утрате части её компонентов. В англоязычной литературе используются сходные понятия: локальная устойчивость (от англ. *local stability* – «резистентный гомеостаз») и общая устойчивость (от англ. *global stability* – «упругий гомеостаз»). Иногда выделяют третий аспект устойчивости – устойчивость экосистемы по отношению к изменениям характеристик среды и изменению своих внутренних характеристик. В случае, если экосистема устойчиво функционирует в широком диапазоне параметров окружающей среды и/или в ней присутствует большое число взаимозаменяемых видов (т. е., когда различные виды, сходные по экологическим функциям в экосистеме, могут замещать друг друга), то такое сообщество называют *динамически прочным* (устойчивым). В обратном случае, когда экосистема может существовать в весьма ограниченном наборе параметров окружающей среды, и/или большинство видов незаменимы в своих функциях, то такое сообщество называется *динамически хрупким* (неустойчивым).

Довольно часто устойчивость экосистемы связывают с видовым разнообразием в ней (чем выше биоразнообразие, чем сложнее организация сообществ; чем сложнее пищевые цепи, тем выше устойчивость экосистем). Однако на данный момент наиболее распространено мнение о том, что как локальная, так и общая устойчивость экосистемы зависят от значительно большего набора факторов, чем просто сложность сообществ и биоразнообразие, в частности, она связана с повышением силы связей, стабильности потоков вещества и энергии между компонентами экосистемы. Классическим примером служит Большой Барьерный риф у берегов Австралии (к северо-востоку от материка), характеризующийся видовым биоразнообразием, где симбиотические водоросли кораллов, динофлагелляты, весьма чувствительны к температуре. Отклонение её от оптимума на один–два градуса ведёт к гибели водорослей.

У экосистем существует множество состояний, в которых она находится в динамическом равновесии; в случае выведения экосистемы из

этого состояния внешними силами она может не вернуться в изначальное состояние, зачастую её привлекает ближайшее равновесное состояние (аттрактор), хотя оно может быть очень близким к первоначальному.

**3. Пространственные и временные границы экосистем.** В природе не существует чётких границ между различными экосистемами. Всегда можно указать на ту или иную экосистему, но выделить дискретные границы, если они не представлены различными ландшафтными факторами (обрывы, реки, различные склоны холмов, выходы скальных пород и т. п.), не всегда представляется возможным, всегда существуют более или менее плавные переходы от одной экосистемы к другой. Это обусловлено относительно плавным изменением факторов среды таких, как влажность, температура и др. В отдельных случаях переходы из одной экосистемы в другую могут являться самостоятельными экосистемами. Сообщества, которые образуются на стыке различных экосистем, называются *эктонами* (термин введён Ф. Клементсом в 1905 г.). Экотоны играют существенную роль в поддержании биоразнообразия экосистем за счёт так называемого краевого эффекта – сочетания комплекса факторов среды различных экосистем, – обуславливающего большее разнообразие условий среды и, следовательно, экологических ниш. Это в свою очередь обеспечивает возможность существования видов как из одной, так и из другой экосистемы, а также специфичных для экотона видов (например, растительность прибрежно-водных местообитаний).

Другим представлением о континуальных переходах между экосистемами является представление о *экоклинах*. *Экоклон* – экологический ряд, постепенная смена биотопов, приспособленных к конкретной среде обитания, сходством изменения какого-то отдельного фактора среды (чаще всего климатического) и составляющих непрерывный ряд форм без заметных перерывов постепенности.

На одном и том же биотопе с течением времени существуют различные экосистемы. Смена экосистем может происходить как в течение довольно длительного времени, так и относительно быстро (за несколько лет). Длительность существования экосистем в таком случае определяется этапом сукцессии (смена одно сообщества другим). Смена экосистем в биотопе может быть обусловлена и катастрофическими процессами, но в таком случае, существенно изменяется и сам биотоп (например, в результате пожара).

**4. Ранжирование экосистем.** Вопрос ранжирования экосистем достаточно сложен. При этом выделение минимальных экосистем (биогеоценозов) и экосистемы наивысшего ранга – биосферы не вызывает у учёных сомнений. Выделения же промежуточных систем довольно сложны, т. к. сложности хронологического аспекта не всегда однозначно позволяют определить границы экосистем. В геоэкологии (и ландшафтоведении) существует следующее ранжирование: фация – урочище (экосистема) –

ландшафт – географический район – географическая область – биом – биосфера. В экологии существует сходное ранжирование, однако обычно считается, что корректно выделение лишь одной промежуточной экосистемы – биома. *Биом* – крупное системно-географическое (экосистемное) подразделение в пределах природно-климатической зоны.

Таким образом, устройство природы следует рассматривать как системное целое, состоящее из вложенных одна в другую экосистем, высшей из которых является уникальная глобальная экосистема – биосфера. В её рамках происходит обмен энергией и веществом между всеми живыми и неживыми составляющими в масштабах планеты.

**5. Экосистема и биогеоценоз.** При рассмотрении экосистем возникает вопрос о различиях между *экосистемой* и *биогеоценозом*. Термин «экосистема» был предложен в 1935 г. английским ботаником *А. Тенсли*. В 1944 г. советский биолог *В. Н. Сукачёв* ввёл близкое к нему понятие «биогеоценоз». Биогеоценоз, в понимании *В. Н. Сукачёва*, отличается от экосистемы определённостью своего объёма. Экосистема может охватывать пространство любой протяжённости – от капли прудовой воды до биосферы. *Биогеоценоз* – определённый участок территории, через который не проходит ни одна существенная биоценотическая, гидрологическая, климатическая, почвенная или геохимическая граница. На суше границы биогеоценоза обычно выделяют по характеру растительного покрова: изменение растительности маркирует почвенные, геохимические и другие границы. Размеры биогеоценозов различны – от нескольких сотен квадратных метров до нескольких квадратных километров, а по вертикали – от нескольких сантиметров (например, на скальных породах) до нескольких сотен метров (в лесах). Совокупность популяций организмов, входящих в экосистему (обычно в пределах биогеоценоза), жизнь которых тесно связана с каким-то одним, центральным видом, называется консорцией (от лат. *consortium* – «сообщество»). Обычно в роли такого вида в консорции выступает растение, которое определяет весь характер биогеоценоза (например, в березняках – берёза, в востречовой степи – вострец и т. д.).

**6. Экосистема и геосистема.** Понятия «экосистема» и «геосистема» также имеют как общие черты, так и смысловые различия. Если под экосистемой подразумевается сообщество живых существ и среда их обитания, объединённые в единое функциональное целое, возникающее на основе взаимозависимостей и причинно-следственных связей между отдельными природными компонентами, то геосистема – совокупность взаимосвязанных природных компонентов, относительно ограниченных в пространстве и функционирующих как единое целое. Таким образом, оба термина обозначают объективно существующие природные комплексы, состоящие из взаимосвязанных и взаимодействующих компонентов. Сходство гео– и экосистем выражается и в общем наборе природных

компонентов, общности их свойств и механизмов функционирования. Различия связаны, прежде всего, с направленностью изучаемых связей и характером пространственных границ, т. е. сходство данных понятий объективно, поскольку речь идёт об одном и том же объекте, вместе с тем различие между ними субъективно, поскольку речь идёт о разных взглядах на этот общий объект. В экосистемах абиотические компоненты по отношению к биотическим рассматриваются как факторы, их связи между собой считаются второстепенными, особое внимание уделяется трофическим цепям и другим связям внутри биоты. Понятие экосистемы не ограничено пространственными рамками: оно может быть отнесено и к болотной кочке, и к участку леса, и к биосфере в целом. В геосистемах все компоненты природы (биотические и абиотические) рассматриваются как равнозначные. Обязательное свойство геосистем – наличие внешних границ, благодаря которым они обособляются в пространстве. Синонимом экосистемы является биогеоценоз, синонимом геосистемы – природно-территориальный комплекс. Термин «экосистема» употребляется, главным образом, в биологических науках, термин «геосистема» – в географических. В рамках последних учёными предлагается именовать экосистемами те геосистемы, в которых биота играет большую роль, т. е. считать экосистемы разновидностью и *частным случаем геосистем*. При всей неоднозначности применяемых терминов эко– и геосистемы – это природные комплексы.

### ***Контрольные вопросы и задания***

1. Дайте определение понятию «экосистема».
2. Какие признаки характерны для экосистемы?
3. Почему экосистема – это открытая система?
4. Перечислите компоненты, формирующие трофическую структуру экосистемы.
5. Раскройте содержание понятий «эко топ», «эдафотоп», «биотоп».\*
6. Какие типы гомеостаза характерны для экосистемы?\*
7. Какое сообщество называют «динамически прочным», а какое – «динамически хрупким»?
8. Раскройте содержание понятия «эко тон». Какова его роль в поддержании биоразнообразия экосистемы?\*
9. Раскройте содержание понятия «эко клин».\*
10. Перечислите ранги экосистем.\*
11. Назовите черты сходства и различий между экосистемой и биогеоценозом.
12. Назовите черты сходства и различий между экосистемой и геосистемой.



## *Глава 2*

### **Географическая оболочка: пространственные подразделения, динамика, закономерности эволюции, геосферы и их взаимосвязь**

#### **2.1. Географическая оболочка, её строение, качественное своеобразие**

*1. Понятие о географической оболочке как объекте географии, её составные части.* Внешние оболочки Земли – литосфера, гидросфера, атмосфера – формировались одновременно и всегда были тесно взаимосвязаны посредством обмена веществом и энергией. В слое самого тесного их контакта при непосредственном участии солнечной энергии сформировалась особая комплексная оболочка Земли, называемая географической оболочкой. *Это наиболее сложная часть нашей планеты, характеризующаяся разнообразием вещественного состава.* Географическая оболочка – это непрерывная сфера Земли, образованная при соприкосновении и взаимодействии у земной поверхности энергии Солнца и внутренней энергии Земли.

*Географическая оболочка (ГО)* – единая материальная целостная система, в пределах которой взаимодействуют литосфера, гидросфера, атмосфера и биосфера, объединённые процессами взаимообмена энергией, и, таким образом, взаимообусловленные. В географическую оболочку входят: верхняя часть литосферы, нижняя часть атмосферы, вся биосфера, вся гидросфера. В результате такого тесного взаимопроникновения в географической оболочке развиваются процессы, которые отличают её от других сфер:

- только в ГО возможно разнообразие видов энергии, преобразование солнечной энергии в растениях (фотосинтез);
- только в ГО возможно пребывание вещества в трёх агрегатных состояниях (жидком, твёрдом, газообразном);
- в пределах ГО наблюдается тесное взаимодействие слагающих её компонентов, что приводит к образованию качественно новых образований – природных комплексов;
- только для ГО характерно наличие органического вещества и жизни, концентрация солнечного тепла;

- только в ГО развивается человеческое общество, для которого она стала географической средой – средой обитания и преобразовательной хозяйственной деятельности.

Состояние ГО характеризуют её элементы – геологическое строение поверхности, рельеф, климат, гидрографические объекты, почвенный покров, растительность, животный мир. Географическая оболочка образована двумя принципиально разными типами материи:

- *атомарно-молекулярным* «неживым» веществом;
- *атомарно-органическим* «живым» веществом.

Первое может участвовать только в физико-химических процессах, в результате которых могут появляться новые вещества, но из тех же химических элементов. Второе обладает способностью воспроизводить себе подобных, но различного состава и облика. Взаимодействия первых требуют внешних энергетических затрат, тогда как вторые обладают собственной энергетикой и могут её отдать при различных взаимодействиях. Оба типа вещества возникли одновременно и функционируют с момента начала формирования земных сфер. Между частями ГО наблюдается постоянный обмен веществом и энергией, проявляющийся в форме атмосферной и океанической циркуляции, движения поверхностных и подземных вод, ледников, перемещения организмов и живого вещества и др. *Благодаря движению вещества и энергии все части географической оболочки оказываются взаимосвязанными и образуют целостную систему.* Более того, отдельные компоненты испытывают на себе влияние остальных компонентов. Это зачастую полностью изменяет первоначальные свойства всей взаимодействующей системы.

Разнообразный состав и состояние вещества, формы энергии и взаимодействие природных тел в ГО в ходе длительной эволюции привели к её сложной пространственной дифференциации. Возникли разнородные её части – природно-территориальные и природно-аквальные комплексы, или ландшафты различного ранга: от географических стран и зон до урочищ и фаций. Таким образом, *будучи единым целым, географическая оболочка в то же время состоит из относительно самостоятельных, но всегда взаимосвязанных и взаимообусловленных частей.* Географическая оболочка является колыбелью жизни, которая в разных формах и проявлениях сопровождает её с начальных этапов возникновения. Живые организмы всегда оказывали влияние на формирование её компонентов. С течением времени при совершенствовании форм жизни, её распространённости и обильности роль живого вещества возрастала и всё более изменяла и совершенствовала облик ГО.

Еще в 1910 г. П. И. Броуновым было изложено представление о наружной оболочке Земли. Термин «географическая оболочка» предложил в 1932 г. А. А. Григорьев. ГО, по его представлениям, не идентична био-

сфере Вернадского. Она старше её, охватывает большую часть (по вертикали) земных сфер и как бы вмещает биосферу, служа средой её развития. Существуют и другие названия – *эпигеосфера* (А. Г. Исаченко), *эпигенема* (Р. И. Аболин), *биогеосфера* (И. М. Забелин), *ландшафтная сфера* (Ф. Н. Мильков), не получившие широкого применения.

*Составные части географической оболочки.* ГО, или *глобальная геосфера*, состоит из комплекса частных геосфер, занятых преимущественно одним компонентом определённого состояния и совместно функционирующих в присутствии биоты. *Геосферы* – литосфера, атмосфера и гидросфера образуют практически непрерывные оболочки. *Биосфера* как совокупность живых организмов в определённой среде обитания не занимает самостоятельного пространства, а осваивает вышеназванные сферы полностью (гидросферу) или частично (атмосферу и литосферу). Специфическое положение занимают *криосфера* (сфера холода) и *педосфера* (почвенный покров). Геосферы определяют вертикальную структуру ГО, они располагаются ярусно. Верхняя – атмосфера, образованная самыми лёгкими газами. Ниже залегают гидросфера и литосфера, образующие более тяжёлые химические элементы [56].

Для ГО характерно выделение зонально-провинциальных особенностей, которые называют *ландшафтами*, или *геосистемами*, возникающими при определённом взаимодействии и интеграции геокомпонентов. Простейшие геосистемы формируются при взаимодействии вещества косного уровня организации. Например, ледники вместе с прилегающими слоями воздуха; речной бассейн, как система водных потоков вместе с частью земной поверхности и грунтовыми водами и др. Более сложные взаимоотношения существуют в таких геосистемах, как природные территориальные, или *ландшафтные комплексы*. Они соответствуют блокам ГО, включающим участок земной коры с почвой, биоценоз и часть тропосферы определённой мощности. В океанах выделяют подводные ландшафты и природно-аквальные комплексы.

Выделяют три структурных уровня географической оболочки. Первый уровень – *геокомпонентный*. Это самый простой уровень, отдельные компоненты изучаются естественными науками: геологией, ботаникой, геофизикой. Второй уровень – *геосферный*. Геосферы определяют вертикальную структуру ГО, они располагаются ярусно и распределяются по удельному весу. Верхняя – атмосфера, образованная самыми лёгкими газами. Ниже залегают гидросфера и литосфера. Эти оболочки образуют более тяжёлые химические элементы. Наиболее сложное строение оболочка имеет на контакте сфер: атмосферы и литосферы (поверхность Земли), гидросферы и литосферы (дно океана), атмосферы и гидросферы (поверхность океана), атмосферы, гидросферы и атмосферы (в прибрежной зоне океана). Третий уровень – *геосистемный*. Геосистемы образуют

горизонтальную структуру ГО. Дифференциация на геосистемы обусловлена неравномерным распределением тепла и влаги, неоднородностью земной поверхности.

*Вещество географической оболочки.* Каждая из геосфер обладает различными, только ей присущими свойствами и отличается особенностями строения. Гравитационная дифференциация вещества Земли привела к сосредоточению значительной части наиболее тяжёлых элементов в ядре. В земной коре доминируют кислород (около 50 %) и кремний (26 %). Химические элементы в географической оболочке находятся в *свободном состоянии* (в воздухе), в *виде ионов* (в воде) и *сложных соединений* (живые организмы, минералы и др.). Наиболее распространёнными веществами в географической оболочке являются горные породы и минералы, природные воды, лёд, воздух, живое вещество, почва и кора выветривания.

Географическая оболочка как бы «вложена» в более широкое образование – в *географическое пространство*, оказывающее на неё непосредственное воздействие. Снаружи географическое пространство асимметрично охватывает Землю – оно вытянуто в направлении, обратном Солнцу. Внешний предел географического пространства представляет собой границу магнитного поля Земли – магнитосферу, которая защищает географическую оболочку от действия солнечного ветра – потока заряженной плазмы (ионизированного газа) и частиц космического (вне-солнечного) происхождения. Эти частицы направляются магнитными линиями магнитосферы к геомагнитным полюсам Земли и, частично проникая в географическую оболочку, оказывают существенное влияние на развитие живых организмов. Ультрафиолетовая радиация перехватывается озоновым слоем, который служит внутренней защитой ГО, её живых организмов. Длинноволновая радиация (лучи света), свободно проникая в географическую оболочку, обеспечивает протекание фотосинтеза и, следовательно, снабжение атмосферы и океана кислородом.

ГО опирается на географическое пространство и со стороны нижней границы. Его влияние проявляется в том, что энергия земных недр создала (и создаёт) неровности земной поверхности, включая материки и океанические впадины, литосферу, входящую своей внешней частью в географическую оболочку. В то же время из земных недр в географическую оболочку поступают хлоридные рассолы, определяющие химизм океана, и т. д.

Солнечная радиация – основной двигатель всех природных процессов в географической оболочке. Именно благодаря ей текут реки, дуют ветры, зеленеют поля. Солнечная радиация даёт 99,8 % всей теплоты, падающей на поверхность Земли.

Географическая оболочка способна аккумулировать лучистую энергию Солнца, переводить её в иные формы. Для неё характерно наличие геологической памяти – слоёв осадочных пород, обладающих огромным энергетическим потенциалом, что создаёт предпосылки для дальнейшей прогрессивной эволюции всех частных геооболочек. Солнечная радиация оказывает значительное влияние на развитие литосферы, т. к. осадочные породы несут следы деятельности организмов – аккумуляторов солнечной энергии, а кристаллические породы, оказавшиеся в результате действия внутренних сил Земли на её поверхности, включаются в круговорот веществ, прежде всего, под влиянием солнечной радиации.

*Внутренняя теплота Земли* играет важную роль в жизни ГО, хотя её поступает примерно в 5 тыс. раз меньше, чем солнечной теплоты. Источниками внутренней теплоты являются распад радиоактивных элементов (радия, урана, тория и др.). Их относительное содержание в земной коре невелико, но абсолютное количество измеряется сотнями миллионов тонн. Атомы радиоактивных элементов самопроизвольно распадаются, выделяя при этом теплоту. Она накапливалась с момента возникновения Земли и во многом определяла её разогрев. Так, 1 г радия даёт в течение часа 140 кал, а при полураспаде, который продолжается примерно 20 тыс. лет, выделяет столько же теплоты, сколько при сжигании 500 кг каменного угля.

**2. Границы географической оболочки.** Географическая оболочка не имеет резких границ, она открыта воздействиям как из Космоса, так и из глубинных толщ планеты, в которые постепенно и переходит.

Границы ГО проводятся учёными по-разному, единого мнения на этот счёт до сих пор нет. Обычно среднюю мощность географической оболочки оценивают в 50–60 км. Верхняя её граница расположена в атмосфере – в тропопаузе, т. е. переходном слое от тропосферы к стратосфере (иногда – по озоновому слою в стратосфере), на высоте около 10 км в приполярных широтах, 10–12 км в умеренных, 15–16 км в тропических и 17 км над экватором. Ниже этой границы свойства воздушной оболочки в значительной мере определяются влиянием подстилающей поверхности суши и Океана, откуда поступают тепло и влага, а также твёрдые частицы и живое вещество (бактерии, споры и пыльца растений и др.). Более спорны нижние границы ГО. Единого мнения о её положении нет. Одни исследователи считают, что её следует проводить в районе той части земной коры, где скорость распространения продольных и поперечных упругих волн скачкообразно меняется (граница Мохоровичича). Другие учёные относят её к расположенным выше частям земной коры – к области, в которой происходят химические и физические преобразования минеральных веществ под действием атмосферы, гидросферы и живых организмов (к так называемой зоне гипергенеза). Эти процессы распро-

страняются на глубину от нескольких десятков до нескольких сот метров. Считается, что они лежат не глубже 3–5 км, куда ещё проникают газы атмосферы, вода в жидком состоянии (в виде очень горячих и сильно минерализованных растворов) и некоторые бактерии. Гидросфера полностью входит в географическую оболочку – вплоть до самых больших глубин (11 км), где обнаружены живые существа (бактерии).

Главным при выделении границ ГО является распространение процессов взаимодействия и взаимовлияния соприкасающихся сфер, что определяет сущность географической оболочки. Так, тропосфера – сфера проявления динамических процессов атмосферы, которые обуславливаются особенностями нагревания поверхности литосферы; круговорот влаги, происходящий через тропосферу, осуществляется при обязательном участии гидросферы; гидросфера регулирует теплообмен поверхности литосферы и толщи атмосферы; биосфера – продукт взаимодействия всех названных сфер и т. д. Мощность географической оболочки определяется приблизительно в 50 км.

Географическая оболочка – система, развивающаяся во времени. Развитие системы происходит как итог постоянного и постепенного изменения каждого элемента в процессе взаимодействия. Например, под влиянием разрушающей поверхности деятельности реки изменяется рельеф, геологическое строение, уменьшается скорость течения реки, повышается уровень грунтовых вод, происходит заболачивание, изменяется растительность, увеличивается влажность, возрастает количество осадков, реки становятся полноводнее, увеличивают свою разрушительную деятельность и т. д. Процесс непрерывен, и каждый его цикл происходит на новом уровне. Эволюция географической оболочки во времени – одна из важнейших закономерностей ГО.

**3. Этапы развития географической оболочки.** Современная структура ГО – результат очень длительной эволюции. Её развитие шло по пути усложнения структуры, в процессе взаимодействия образовывались новые компоненты и комплексы. В развитии ГО принято выделять три основных этапа – добиогенный, биогенный и антропогенный.

*Добиогенный (догеологический) этап* (3700–570 млн лет назад) отличался слабым участием живого вещества в развитии ГО. Это самый длительный этап, который продолжался первые 3 млрд лет геологической истории Земли в течение архейской и протерозойской эр. Органическая жизнь в это время не играла тогда определяющей роли в развитии ГО. Живое вещество существовало, но сплошного распространения не имело. В это время целостность оболочки поддерживалась за счёт круговоротов воды и химических элементов. В архее на планете в бескислородной среде существовали самые примитивные одноклеточные организмы. В слоях Земли обнаружены остатки нитей водорослей и бактериоподоб-

ных организмов. В протерозое господствовали одноклеточные и многоклеточные водоросли и бактерии, появлялись первые многоклеточные животные. На этом этапе развития ГО в морских бассейнах были накоплены мощные толщи железистых кварцитов, свидетельствующих о том, что тогда верхние части земной коры были богаты соединениями железа, а атмосфера характеризовалась очень низким содержанием свободного кислорода и высоким содержанием углекислого газа. На данном этапе образовались природные воды и воздух. В природной воде существуют соли и газы. Сформировались осадочные горные породы. Предполагается, что верхняя граница ГО располагалась на высоте 80 км, нижняя граница проходила по границе осадочного слоя. Таким образом, на данном этапе организмы принимали слабое участие в развитии географической оболочки.

*Биогенный этап* (570 млн – 40 тыс. лет назад) развития ГО по времени соответствует фанерозойскому эону (палеозойская, мезозойская и почти вся кайнозойская эры). На этом этапе во взаимодействие включается живое вещество. Начиная с нижнего палеозоя, органическая жизнь становится ведущим фактором в развитии ГО. Слой живого вещества (биостром) получает глобальное распространение, с течением времени всё более усложняется его структура и морфология растений и животных. Жизнь, зародившаяся в море, охватила затем сушу, воздух, проникла в глубины океанов. К круговоротам добавляется биогенный круговорот. Неорганические элементы на свету за счёт реакции фотосинтеза превращаются в органическое вещество, к испарению добавляется транспирация. Компоненты ГО становятся более сложными, в их преобразовании участвует живое вещество. Образуется кора выветривания и почвы, их образование также связано с живым веществом. Верхняя граница ГО спускается до озонового экрана. В процессе развития условия жизни живых организмов неоднократно менялись: одни вымирали, другие появлялись, третьи приспосабливались к новым условиям. С этим же периодом связан выход растений на сушу. Учёные-палеоботаники связывают это с крупными геологическими событиями – усиленным горообразованием, проявлениями вулканизма, наступлением моря, с движением материков. Изменения внешней среды служили толчком к видообразованию в органическом мире. В результате повышения содержания углекислого газа в атмосфере во время извержений вулканов активизировался процесс фотосинтеза. Когда море отступало, возникали условия для возникновения жизни на осушенных участках. В результате гибели одних организмов другие могли бесконкурентно развиваться. На данном этапе биосфера оказывала мощное воздействие на структуру всей географической оболочки. Возникновение фотосинтезирующих растений коренным образом изменило состав атмосферы: снизилось содержание углекислого

газа, появился свободный кислород. В свою очередь накопление кислорода в атмосфере вело к изменению характера живых организмов, многие из живых организмов вымерли. В результате наличия кислорода образовался озоновый экран на высоте 25–30 км. Живые организмы оказывают влияние на все компоненты географической оболочки, в связи с чем меняется состав и свойства речных, озёрных, морских и подземных вод; происходит образование и накопление осадочных пород, образующих верхний слой земной коры, накапливаются органогенные породы (уголь, диатомиты, торф). В это же время определяется геохимический состав ландшафтов.

На биогенном этапе для географической оболочки характерна зональность, в которой ведущую роль играют изменения живых организмов. Зарождение географической зональности современного типа относят к концу мелового периода (67 млн лет назад), в это время появляются цветковые растения, птицы, млекопитающие. Климат этого периода был влажным и тёплым, поэтому формировалась пышная тропическая растительность, сформировавшиеся тропические леса распространились до высоких широт. Материки меняли свои очертания, это приводило к изменению климатических условий, а, следовательно, почвенно-растительного покрова и животного мира. Организация биосферы постепенно усложнялась, обогащался состав видов растений и животных. Впоследствии наблюдалось постепенное охлаждение земной поверхности, появляются сезонно влажные листопадные леса, следующее похолодание обусловило развитие субтропических и широколиственных лесов умеренного пояса. В течение неогенового периода похолодание продолжалось. Считается, что за этот период похолодания земная поверхность охладилась на 8 °С. Зональная структура постепенно усложнялась: на территории Европы возникла зона смешанных, а затем и хвойных лесов, а более теплолюбивые лесные сообщества сузились и сдвинулись к югу. В континентальных районах материков стали возникать пустыни и полупустыни; с севера они граничили со степями, с юга – с саваннами. В связи с похолоданием климата усилилась ледовитость Арктического бассейна, уменьшилась сухость климата в Северной Африке. Продолжавшееся похолодание привело к возникновению горного оледенения в Альпах и горах Северной Америки.

Для большей части четвертичного периода были характерны эпохи оледенения (четвертичное оледенение): температура была на 4–6 °С ниже современной. Там, где выпадало достаточное количество осадков в виде снега, ледники рождались и на равнинах. Ледник постепенно увеличивался, образуя сплошной щит. Центр оледенения в Европе находился на Скандинавском полуострове, а в Северной Америке – на Баффиновой



Земле и Лабрадоре. В эпоху оледенения образовались арктический и антарктический пояса, зона тундры, возникающая на вечной мерзлоте, океанические луга.

*Антропогенный этап* формирования ГО берёт своё начало с кайнозойской эры и продолжается по настоящее время. Длительность его составляет 40 тыс. лет. Этот этап назван так в связи с тем, что развитие природы на протяжении последних сот тысячелетий происходило в присутствии человека, и человек начинает играть ведущую роль в развитии географической оболочки. Во второй половине четвертичного периода появились древнейшие люди – архантропы, которые существовали на Земле длительное время (600–350 тыс. лет назад). Однако антропогенный период в развитии ГО наступил не сразу вслед за появлением человека. Сначала воздействие человека на географическую оболочку было незначительным. Виды деятельности древнейшего человека – собирательство и охота с помощью почти необработанного камня по своему воздействию на природу почти не отличали древнейшего человека от животных. Древнейший человек не знал огня, не имел постоянного жилища, не пользовался одеждой. Поэтому человек почти полностью находился во власти природы, а его эволюционное развитие определялось в основном биологическими закономерностями.

На смену архантропам пришли палеоантропы – древние люди, просуществовавшие в общей сложности свыше 300 тыс. лет. В это время первобытный человек овладел огнём, что окончательно отделило его от животного царства. Огонь стал средством охоты и защиты от хищников, изменил состав пищи, помог человеку в борьбе с холодом, что способствовало резкому расширению области его обитания. Палеоантропы стали широко использовать пещеры в качестве жилищ, им была известна одежда. Примерно 380 тыс. лет назад палеоантропов вытеснили неантропы, к которым относится современный человек *Homo sapiens*. К этому времени и относят начало антропогенного периода. Создав мощные производительные силы, которые участвуют в глобальном масштабе во взаимодействии всех сфер Земли, человек придаёт целенаправленность процессу развития ГО. Почувствовав своё могущество, человек на собственном опыте убедился, что его благополучие неразрывно связано с полнокровным развитием природы. Осознание этого, по мнению учёных, даёт начало новому этапу эволюции ГО, этапу сознательного регулирования природных процессов, имеющему целью достижение гармоничного развития системы «природа – общество – человек». ГО вступает в ноосферный этап своего развития. Ноосфера («сфера разума») – сфера взаимодействия природы и общества, когда разумная деятельность человека становится определяющим фактором развития. На ноосферном

этапе круговоротам добавляется антропогенный круговорот вещества и энергии. Начинают форсироваться антропогенные компоненты, которые несут на себе результаты человеческой деятельности.

Таким образом, на протяжении геологической истории Земли наблюдается направленное необратимое изменение ГО. Оно выражается в качественном преобразовании и усложнении её составных частей: переходе от относительно однообразной жизни к многообразным формам, завершившимся антропогенезом, движении от примитивных ландшафтов к спектру ландшафтных зон. Направленное изменение земной коры и рельефа выразилось в увеличении площади платформ, разнообразии строения складчатых зон, разрастании скорости осадконакопления, повышении контрастности рельефа. Географическая оболочка становилась всё более сложной.

### ***Контрольные вопросы и задания***

1. Раскройте содержание понятия «географическая оболочка». Какие процессы происходят в географической оболочке?
2. Перечислите составные части географической оболочки.
3. Чем отличается географическая оболочка от других сфер?
4. Какие структурные уровни выделяют в географической оболочке?
5. Какова роль вещества географической оболочки?
6. В чём состоит различие между географической оболочкой и географическим пространством?
7. Почему солнечная радиация является основным двигателем всех природных процессов в географической оболочке?
8. Какова роль внутренней теплоты Земли в жизни географической оболочки?
9. Как проводят границы географической оболочки?
10. Охарактеризуйте добиогенный этап развития географической оболочки.\*
11. Как происходило усложнение географической оболочки в биогенный этап развития?\*
12. Охарактеризуйте антропогенный этап в развитии географической оболочки.\*

## **2.2. Космические факторы формирования географической оболочки**

Географическая оболочка, сформировавшаяся на планете, испытывает со стороны космоса и недр Земли постоянное воздействие. Факторы формирования можно разделить на космические и планетарные.

К *космическим факторам* относятся:

- движение галактик;
- излучение звёзд и Солнца;
- взаимодействие планет и спутников;
- воздействие небольших небесных тел – астероидов, комет, метеорных потоков.

**1. Галактики. Движение галактик.** *Космос* (Вселенная) – весь существующий материальный мир. Он вечен во времени и бесконечен в пространстве. Материя во Вселенной сосредоточена в звёздах, планетах, астероидах, спутниках, кометах и других небесных телах; 98 % всей видимой массы сосредоточено в звёздах. Во Вселенной небесные тела образуют системы различной сложности. Например, планета Земля со спутником Луной образует систему. Она входит в более крупную систему – Солнечную, образованную Солнцем и движущимися вокруг него небесными телами – планетами, астероидами, спутниками, кометами. Солнечная система, в свою очередь, является частью Галактики. Галактики образуют ещё более сложные системы – скопления галактик. Самая грандиозная звёздная система, состоящая из множества галактик, – Метагалактика – видимая с помощью приборов часть Вселенной. По современным представлениям, она имеет диаметр около 100 млн световых лет, возраст Вселенной – 15 млрд лет, в неё входит  $10^{22}$  звёзд.

Звёзды в Метагалактике образуют *галактики* (от греч. *galaktikos* – «млечный») – это большие звёздные системы, в которых звёзды соединены силами гравитации. Предположение о том, что звёзды образуют галактики, высказал И. Кант в 1755 г. Галактики резко различаются размерами, числом входящих в них звёзд, внешним видом. По внешнему виду и структуре галактики делятся на несколько морфологических типов: эллиптические, спиральные, неправильные.

*Эллиптические галактики* составляют 25 % от общего числа галактик. Они выглядят как нерезкий круг или эллипс, яркость которого уменьшается от центра к периферии. По форме эти галактики могут быть шаровыми или сплюснутыми. Это наиболее простые по структуре галактики. Холодного газа в них почти нет, наиболее массивные галактики заполнены очень разрежённым горячим газом с температурой более 1 000 000 К. Примером такой галактики служит галактика в созвездии Девы.

*Спиральные галактики* – самый многочисленный тип – составляют около 50 % всех наблюдаемых галактик. Большая часть звёзд галактики занимает линзообразный объём (галактический диск), на котором заметен спиральный узор из двух или более закрученных в одну сторону ветвей или рукавов, выходящих из центра галактики. Диск погружён в разрежённое слабосветящееся облако звёзд – *гало*. Спиральные галактики также характеризуются разнообразием видов. В некоторых галактиках

центральная часть имеет шарообразную форму и ярко светится. Эта часть называется *балдж* (от англ. *bulge* – «утолщение»). У других галактик в центральной части располагается «звёздная перемичка» – *бар*. Наиболее известны – наша Галактика и туманность Андромеды. В ясную ночь туманность Андромеды видна как облако недалеко от звезды у Андромеды. Свет от неё до Земли идёт 2 млн лет.

Для *неправильных галактик* характерна неправильная, клочковатая форма. К этому типу относится около 5 % всех звёздных систем. Такие галактики содержат много газа – до 50 % их общей массы. Наиболее известными неправильными галактиками являются Большое и Малое Магеллановы Облака. Эти галактики располагаются вблизи Южного полюса Мира и составляют с ним равносторонний треугольник.

Промежуточным типом между спиральной и эллиптической галактиками является *линзовидная галактика*. У таких галактик слабо прослеживаются рукава. К ним относится около 20 % известных галактик.

Галактики – грандиозные звёздные скопления, но встречаются среди галактик и *карликовые*. Они в несколько раз меньше по размерам и массе. Первые семейства карликовых галактик были открыты в 30-е гг. XX в. американским астрономом Х. Шепли.

Практически во всех галактиках выделяется яркая центральная часть, называемая *ядром*. Яркость ядра объясняется высокой концентрацией звёзд. Однако суммарное число звёзд ядра составляет лишь несколько процентов от их общего числа в галактике. В некоторых ядрах помимо звёзд наблюдается яркий звездоподобный источник в центре и светящийся газ, движущийся со скоростью тысячи километров в секунду.

В середине XX в. астрономы обнаружили, что 5–10 % галактик имеют искажённую неправильную форму. Иногда две галактики окружены общим светящимся звёздным облаком либо связаны газовой перемичкой. Чаще всего эти необычные звёздные системы являются членами пар или тесных групп, т. е. взаимодействуют друг с другом. Термин «взаимодействующие галактики» был предложен астрономом Б. А. Воронцовым-Вельяминовым в 1980 г. *Взаимодействующие галактики* – это тесные пары, связанные общим происхождением. Гравитационные поля этих систем создают приливные силы, которые искажают форму галактик и их внутреннюю структуру. Взаимодействие приводит к сближению систем и последующему слиянию. Астрономы открыли, что в некоторых галактиках видны двойные ядра, что говорит о возможном слиянии систем. Взаимодействие играет очень большую роль в эволюции звёздных систем. В это время наблюдается вспышка звездообразования, во время которой рождаются сотни миллионов звёзд. Нашу Галактику можно отнести к числу слабо взаимодействующих галактик. Она испытывает гравитационное воздействие со стороны близких спутников – Большого и Малого

Магеллановых Облаков. Влияние нашей Галактики немного сильнее, и постепенно Магеллановы Облака разрушаются. Через несколько миллиардов лет они войдут в нашу систему и сольются с ней.

На ночном небе звёзды часто группируются в *созвездия*. В настоящее время всё небо условно разделено на 88 участков, имеющих строго определённые границы. Эти участки называются созвездиями, причём к данному созвездию относятся все звёзды, находящиеся внутри его границ. Двенадцать созвездий образуют *зодиак* – пояс зверей, по ним проходит «видимый» путь Солнца в течение года.

Близкое расположение звёзд в созвездиях – явление кажущееся, в пространстве звёзды находятся на огромном расстоянии друг от друга. Однако и в действительности звёзды могут образовывать *звёздные скопления*. Впервые изучением звёздных скоплений занялся крупный астроном *У. Гершель* (1738–1822). Он разделил звёздные скопления на два класса: шаровые и рассеянные. В XX в. к ним добавили ещё звёздные ассоциации. Различаются они по количеству звёзд, их химическому составу и возрасту.

*Шаровые скопления* имеют ярко выраженную сферическую форму, звёзды в них концентрируются к центру. Крупнейшие скопления насчитывают свыше миллиона звёзд. Это старейшие объекты нашей Галактики. Они располагаются симметрично относительно центра Галактики. В нашей Галактике известно более 150 шаровых скоплений. *Рассеянных скоплений* гораздо больше, чем шаровых. Сейчас их известно более 1200. Самые известные среди них – Плеяды и Гиады в созвездии Тельца. *Звёздные ассоциации* характеризуются большими размерами и протяжённостью 200–300 св. лет. В ассоциациях может содержаться несколько десятков горячих голубых звёзд. Некоторые звёзды настолько молоды, что еще не успели сформироваться окончательно. Ассоциации, как правило, связаны с облаками холодного молекулярного газа, из которого и возникают звёзды.

Наша Галактика называется *Млечный Путь*. Млечный Путь – грандиозное звёздное скопление, видимое на ночном небе как туманная, молочная полоса. Размеры Галактики постоянно уточняются, в начале XX в. для неё приняли следующие величины: диаметр галактического диска равен 100 тыс. 01, лет, толщина – около 1000 св. лет. В Галактике 150 млрд звёзд, более 100 туманностей. Наша Галактика является спиральной. Плоский линзообразный диск Галактики погружён в разрежённое звёздное облако – гало. Гало состоит из очень старых, неярких звёзд с небольшой массой. Они встречаются как поодиночке, так и в виде шаровых скоплений. Астрономы определили, что возраст звёзд гало составляет 12 млрд лет. Их характерной особенностью является малая доля содержания тяжёлых элементов, звёзды содержат металлов в сотни раз меньше, чем

Солнце. Звёзды гало движутся вокруг центра Галактики по очень вытянутым орбитам. Гало в целом вращается очень медленно. Диск вращается заметно быстрее, скорость вращения возрастает от нуля в центре до 200–240 км/с на расстоянии 2000 св. лет от него. Вблизи плоскости диска концентрируются молодые звёзды и звёздные скопления, возраст которых не превышает нескольких миллиардов лет. Для центральных областей Галактики характерна большая концентрация звёзд. Основным химическим элементом в нашей Галактике является водород,  $\frac{1}{4}$  приходится на гелий. Остальные химические элементы присутствуют в маленьких количествах.

В центре Галактики расположено ядро. Предполагается, что ядро представляет собой компактный массивный объект – *чёрную дыру* массой около миллиона масс Солнца. Одним из наиболее заметных образований в диске являются *спиральные рукава*, или *ветви*. Спиральная структура нашей Галактики очень хорошо развита. Выделяются две спиральные ветви: Стрельца и Персея (названы по созвездиям, где обнаруживаются эти ветви). В созвездии Ориона проходит ещё одна, не столь ярко выраженная ветвь. Вдоль рукавов сосредоточены самые молодые звёзды, рассеянные звёздные скопления и ассоциации. В рукавах происходит активное звёздообразование, здесь часто вспыхивают сверхновые звёзды (рис. 1).



*Рис 1.* Спиральная структура Галактики

Всё межзвёздное пространство заполнено веществом. Вещество распределено в пространстве неравномерно, образуя облака повышенной плотности – туманности. Тёмные туманности состоят из пыли, светлые – из газа. Систематическое изучение туманностей начал У. Гершель. Газовые туманности различаются по цвету – белые, зеленоватые, розовые и др.; цвет их зависит от температуры, плотности и химического состава газов.

Кроме газа в пространстве имеется пыль. Она образует тёмные туманности. Плотность пыли ничтожно мала, в 1 см<sup>3</sup> пространства содержится один атом газа, на 100 млрд атомов приходится одна пылинка. Пылевые частички в нашей Галактике концентрируются в плоскости галактического диска, поэтому большая часть тёмных пятен сосредоточена именно на фоне Млечного Пути. Межзвёздная пыль и газ служат материалом, из которого формируются новые звёзды. В газовых облаках под действием сил тяготения образуются сгустки – зародыши будущих звёзд. Сгусток продолжает сжиматься до тех пор, пока в его центре температура и плотность не повысятся до такой степени, что начинаются термоядерные реакции. С этого времени сгусток газа превращается в звезду. Межзвёздная пыль принимает активное участие в этом процессе. Пыль способствует более быстрому остыванию газа. Она поглощает энергию, выделяющуюся при сжатии, и переизлучает её в другом спектре. От свойств и количества пыли зависит масса образующихся звёзд.

*Космические лучи* представляют собой поток атомных ядер очень высоких энергий, состоящий в основном из протонов (90 % – протоны, остальное – альфа-частицы и ядра более тяжёлых элементов). Они пронизывают Мировое пространство и имеют галактическое происхождение. Плотность космических лучей у поверхности Земли невелика, они практически полностью поглощаются в атмосфере. Значение космических лучей заключается в том, что в атмосфере Земли они способствуют образованию вторичных радиоактивных изотопов. Вместе с другими изотопами они вступают в круговорот, попадают в состав тканей растений, животных, человека. По мнению В. И. Вернадского, именно воздействие космических лучей привело к развитию живого вещества и разума на Земле.

Расстояние от Солнечной системы до центра Галактики составляет 23–28 тыс. св. лет. Солнце находится на периферии Галактики, вне спиральных рукавов. Для Земли это обстоятельство очень благоприятно: она расположена в относительно спокойной части Галактики и в течение миллиардов лет не испытывает влияния космических катаклизмов. Солнечная система вращается вокруг центра Галактики со скоростью 200–220 км/с, совершая один оборот за 180–200 млн лет. За всё время существования Земля облетела вокруг центра Галактики не больше 20 раз. На Земле 200 млн лет – продолжительность *тектонического цикла*. Цикл начинается погружениями земной коры, накоплением мощных толщ осадков, подводным вулканизмом. Далее усиливается тектоническая деятельность, возникают горы, меняются очертания материков, что, в свою очередь, вызывает изменения климата.

**2. Излучение звёзд и Солнца.** Звёзды – раскалённые, самосветящиеся газовые шары. Основными характеристиками звёзд являются блеск,

светимость, масса, радиус, температура, химический состав. *Блеск* – это видимая яркость звезды. Первый каталог звёзд, видимых невооруженным глазом, составил *Гиппарх* в II в. до н. э. Он разделил их по яркости на шесть классов. Самые яркие – звёзды первой величины, самые тусклые – звёзды шестой величины. Астрономы установили, что при переходе от класса к классу поток света от звезды меняется в 2,5 раза, т. е. звезда первой величины в 2,5 раза ярче звезды второй величины и т. д. В настоящее время шкала Гиппарха расширена: за начало отсчёта принята звезда Вега, блеск которой равняется нулевой величине  $0^m$ . Звёзды ярче Веги имеют отрицательную звёздную величину. Звёздная величина самой яркой звезды Сириус составляет  $-1,5^m$ , т. е. она в четыре раза ярче Веги. Блеск полной Луны равен 12,7; Луна в 10 тыс. раз ярче Сириуса.

*Светимость* – мощность излучения звезды. Светимость и блеск звёзд – величины, друг с другом не связанные. Звезда может иметь большую светимость, но находиться на значительном расстоянии, следовательно, блеск её будет иметь малую величину. Чтобы оценить истинное излучение звезды, надо знать расстояние до неё. Расстояние определяется годичным параллаксом, т. е. углом, под которым звезда видна с разных точек орбиты Земли. Параллаксы даже самых близких звёзд очень малы, поэтому измерение расстояний до звёзд очень сложный процесс. Когда измерили расстояние до звёзд, стало очевидно, что многие звёзды превосходят Солнце по светимости.

В астрономии применяется абсолютная шкала температур (по Кельвину). Начало шкалы сдвинуто на  $-273\text{ }^\circ\text{C}$ , т. е.  $0\text{ }^\circ\text{K}$  равен  $-273\text{ }^\circ\text{C}$ . Самые горячие звёзды имеют температуру свыше 20 000 К, самые холодные – около 3 000 К.

В начале XX в. в Гарвардской обсерватории (США) была разработана *спектральная классификация звёзд*. Основные классы в ней обозначаются буквами (O, B, A, F, G, K, M). Для более точной характеристики каждый класс разделён ещё на 10 подклассов, обозначаемых цифрами от 0 до 9. Каждый класс звёзд характеризуется определённым цветом и температурой фотосферы:

- класс O – голубые звёзды с температурой 35 000 К;
- класс B – голубовато-белые звёзды, температура 25 000 К;
- класс A – белые звёзды, температура 10 000 К;
- класс F – желтоватые звёзды, температура 7500 К;
- класс G – жёлтые звёзды, температура 6000 К;
- класс K – оранжевые звёзды, температура 4000 К;
- класс M – красные звёзды, температура 3000 К.

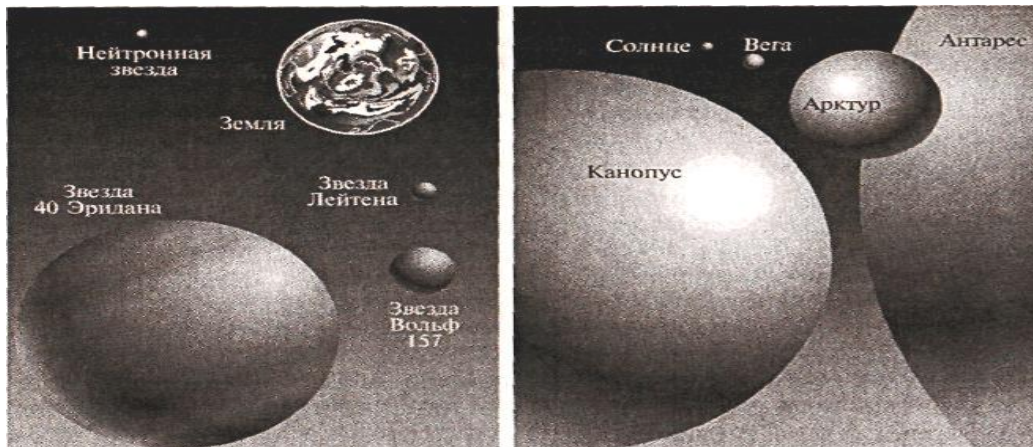
Информацию об излучении звезды даёт *спектр*. Коротковолновое видимое излучение даёт фиолетовый цвет, длинноволновое – красный. Тёмные линии на спектре связаны с поглощением света атомами различ-



ных элементов в атмосфере звезды. В горячих голубых звёздах большая часть атомов ионизирована. Самые заметные линии принадлежат гелию. У белых и жёлтых звезд с температурой 5000–10 000 К выделяются линии водорода, кальция, железа, магния. У красных звёзд с температурой 3000 К преобладают линии металлов. Спектральные паспорта звёзд выглядят следующим образом: Ригель – В6, Сириус – А1, Полярная – F8, Солнце – G2.

*Химический состав* звёзд – водородно-гелиевый, на долю этих двух элементов в большинстве звёзд приходится 98 % массы. Наиболее распространённым элементом является водород (около 80 %), вторым элементом – гелий (18 %). Доля тяжёлых элементов всего 2 %. Наиболее распространены те же элементы, которые преобладают в химическом составе Земли: кислород, углерод, азот, железо. В некоторых звёздах тяжёлых элементов значительно больше, чем на Солнце. Бывают бариевые или ртутно-бариевые звёзды.

*Размер* звезды можно измерить по продолжительности процесса уменьшения яркости звезды при покрытии её Луной или теоретически – по светимости и температуре. Самые маленькие звёзды – белые карлики – имеют в диаметре несколько тысяч километров. Размеры наиболее крупных звёзд – красных сверхгигантов – сопоставимы с диаметром Солнечной системы, т. е. несколько миллиардов километров (рис. 2).



**Рис. 2.** Размеры некоторых звёзд по сравнению с размерами Солнца и Земли

Важнейшей характеристикой звезды является *масса*. Основной метод определения массы звёзд даёт исследование двойных звёзд: масса звёзд определяется на основании закона всемирного тяготения Ньютона и законов Кеплера: астрономы измеряют скорости движения звёзд, входящих в двойные системы, относительно общего центра масс. Массы звёзд варьируют в пределах от нескольких десятков до 0,1 массы Солнца.

Звёзды образуются из космических газопылевых облаков. При сжатии газа внутренние части облака постепенно разогреваются. Когда температура достигает миллиона градусов, начинаются термоядерные реакции – рождается звезда. Чем больше водорода и гелия по сравнению с более тяжёлыми элементами, тем ниже температура в центре звезды. Сначала в центре звезды начинается термоядерный синтез – реакция перехода водорода в гелий. В каждой точке внутри звезды действует сила давления газа, которая старается расширить звезду. Но ей противостоит другая сила – тяжесть вышележащих слоёв газа. Когда силы равны, звезда находится в равновесии. По мере расходования водорода температура в центре повышается до 50 млн К и начинается «горение» гелия. Гелий в результате превращается в углерод. В дальнейшем в центре звезды создаются всё более тяжёлые химические элементы, вплоть до железа. Сила давления газа становится меньше силы тяжести вышележащих слоёв. Ядро звезды быстро сжимается, что может привести к вспышке сверхновой. Иногда при взрыве звезда полностью распадается, но чаще всего остаётся компактный объект – *нейтронная звезда*. При дальнейшем сжатии образуется «вырожденная звезда» – белый карлик. В центре звезды при высоких температурах образуются гамма-лучи и рентгеновские лучи. По мере движения наружу лучи поглощаются атомами и излучаются уже в других направлениях. Длина волны увеличивается, в результате поверхность звезды излучает световые и инфракрасные лучи.

Жизнь звезды зависит от её массы и химического состава. Если звезда в несколько раз массивнее Солнца, то в её недрах происходит интенсивное перемешивание вещества. Такую область называют конвективным ядром. По мере превращения водорода в гелий молекулярная масса вещества ядра возрастает, а объём уменьшается. Внешние области звезды при этом расширяются, она увеличивается в размерах, температура поверхности падает. Голубой гигант превращается в красный гигант. Дальнейшая эволюция красного гиганта приводит к образованию сверхновой или нейтронной звезды. Срок жизни массивной звезды – несколько миллионов лет. Если звезда примерно в 2 или 3 раза по массе больше Солнца, она живёт несколько миллиардов лет, т. к. скорость термоядерных реакций намного уменьшается. В звёздах-карликах, масса которых меньше массы Солнца, конвективное ядро отсутствует. Водород превращается в гелий в центральной области, не выделяющейся из остальной части.

Звёзды могут быть *одиночными* или образовывать *звёздные пары*. На периферии галактик больше одиночных звёзд, вблизи ядра – больше звёзд двойных, тройных и кратных. Первооткрывателем двойных звёзд стал У. Гершель, он обнаружил тысячи звёздных пар и доказал, что это действительно близкие звёзды, связанные силами тяготения. Сегодня известно уже около 100 тыс. звёздных пар. Невооружённым глазом можно

увидеть звёздную пару Мицар – Алкор в созвездии Большой Медведицы. Тройной звездой является  $\alpha$  Центавра. Одна из трёх звёзд Проксима Центавра – ближайшая в настоящее время к Солнечной системе звезда. К четырёхкратным звёздам относятся Капелла, Ригель; Полярная звезда является пятикратной звездой, а звезда Кастор в созвездии Близнецов – шестикратной. Солнце – двойная звезда, у неё есть спутница – звезда Немезида, которая является звездой-карликом примерно девятой звёздной величины. Период вращения Немезиды вокруг Солнца составляет 26 млн лет. При приближении к Солнцу Немезида сильно возмущает кометное облако, забрасывая кометы внутрь Солнечной системы.

Звёзды бывают затменно-переменными и физически переменными. *Переменные звезды* – это звёзды, блеск которых меняется. Известны десятки тысяч таких звезд. В первом случае сама звезда свой блеск не меняет, просто одна звезда при движении закрывает другую, и наблюдатель видит изменение блеска звезды (Алголь в созвездии Персея). В *физически переменных звёздах* выделяют несколько больших групп. *Мириды* – пульсирующие звёзды, яркость которых меняется из-за колебаний размеров. Это красные гиганты, меняющие блеск на несколько звёздных величин с периодом от нескольких месяцев до нескольких лет. *Цефеиды* – жёлтые сверхгиганты высокой светимости и умеренной температуры. Эти звёзды периодически сжимаются, разогреваясь, и расширяются, охлаждаясь. К цефеидам принадлежит Полярная звезда. Уже давно открыли, что она меняет свой блеск в довольно незначительных пределах. Блеск звезды может быть непостоянным из-за того, что на поверхности образуются тёмные и светлые пятна. Вращаясь вокруг оси, звезда поворачивается к наблюдателю то светлой, то тёмной стороной.

Отдельную группу переменных звёзд составляют новые и сверхновые звёзды. *Новые звёзды* образуются в двойных звёздных системах. В паре одна звезда, как правило, звезда главной последовательности, вторая – белый карлик. Нормальная звезда сильно деформируется воздействием белого карлика. Плазма из неё начинает перетекать на белый карлик, образуя вокруг него светящийся диск. По мере падения вещества на белый карлик возникает слой газа с высокой температурой и плотностью, столкновения протонов вызывают термоядерную реакцию. Именно этот термоядерный взрыв на поверхности белого карлика и приводит к сбросу накопившейся оболочки. Свечение оболочки наблюдатель видит как вспышку новой звезды. Ежегодно в нашей Галактике вспыхивает около сотни новых звёзд. *Сверхновые звёзды* образуются в результате взрыва звезды, когда большая часть её массы разлетается со скоростью до 10 000 км/с, а остаток сжимается в сверхплотную нейтронную звезду. Сверхновые звёзды являются финалом жизни звёзд, которые по массе в 8–10 раз больше Солнца, они рожают нейтронные звёзды.

В 1967 г. были открыты пульсирующие источники радиоизлучения – *пульсары*. У некоторых пульсаров поразительно стабильная частота импульсов радиоизлучения: импульсы повторяются через строго одинаковые промежутки времени. Пульсар – нейтронная звезда, образовавшаяся после взрыва сверхновой. Возле пульсаров существуют остатки оболочки взорвавшейся звезды. Нейтронная звезда обладает большой плотностью и небольшими размерами. Молодые пульсары имеют короткие периоды, по мере старения промежутки между импульсами увеличиваются, излучение слабеет.

*Квазары* – звёздоподобные источники радиоизлучения. Мощность радиоизлучения их превышает излучение нормальных звёзд типа Солнца в триллион раз. Квазары могут обладать излучением в оптическом диапазоне и рентгеновском, причём мощность данных излучений может быть очень велика. Один из самых близких квазаров находится на расстоянии более 1 млрд св. лет. Сейчас известно более 1000 квазаров, на небе они выглядят как слабые звёзды. Для них характерно бурное движение газа, сильное радиоизлучение.

*Чёрные дыры* – гипотетические небесные объекты с очень большой силой притяжения. Могучее поле тяготения не выпускает от звезды некоторые виды излучения (свет, рентгеновские лучи и т. д.). Поэтому чёрную дыру невозможно увидеть ни в каком диапазоне электромагнитных волн. Чёрные дыры образуются в результате коллапса гигантских звёзд массой более трёх масс Солнца. Радиус, до которого должна сжаться звезда, чтобы превратиться в чёрную дыру, составляет несколько километров.

*Солнце* – центральная звезда Солнечной системы. Это ближайшая к Земле звезда. Диаметр Солнца составляет 1,39 млн км, масса  $1,989 \times 10^{30}$  кг. Спектральный класс Солнца G2, т. е. Солнце является жёлтым карликом. Возраст Солнца оценивается в 5–4,6 млрд лет. Солнце вращается вокруг своей оси против часовой стрелки, в том же направлении движутся планеты вокруг Солнца. Солнце вращается не как твёрдое тело: один оборот вокруг оси экваториальные области делают за 25 земных суток, области вблизи полюсов – за 30 суток. Основное вещество, образующее Солнце, – водород (71 % массы). Почти 27 % принадлежит гелию, остальные 2 % приходится на более тяжёлые элементы: углерод, азот, кислород, металлы. Главным топливом на Солнце служит водород. Считается, что примерно через 5 млрд лет содержание водорода настолько уменьшится, что его «горение» начнётся в слое вокруг ядра. Это приведёт к расширению солнечной атмосферы, падению температуры на поверхности Солнца и повышению её в ядре. Солнце превратится в красный гигант – сравнительно холодную звезду большого диаметра. В дальнейшем может произойти рассеяние солнечной атмосферы, и звезда преобразуется в белый карлик.

Солнце имеет слоистое строение. Выделяют три внутренние и три внешние оболочки. К внутренним оболочкам относится ядро, зона лучистой передачи энергии и конвективная зона. Внешние оболочки образуют атмосферу Солнца, к ним относятся фотосфера, хромосфера и солнечная корона. *Ядро* – центральная область Солнца. Температура в ядре предположительно достигает 10–15 млн К, давление – 300–1014 Па. Сочетание сверхвысоких температур и давлений обуславливает течение ядерных реакций с выделением энергии в гамма-диапазон. *Зона лучевого переноса энергии* находится над ядром. Она образована практически неподвижным и невидимым высокотемпературным газом. Передача энергии осуществляется без перемещения газа. С этой области гамма-лучи преобразуются в рентгеновские. *Конвективная область* располагается ещё выше. Она образована невидимым раскалённым газом, находящимся в состоянии конвективного перемешивания. Сильно нагретые массы газа поднимаются к поверхности Солнца, а охлаждённые опускаются вниз.

*Фотосфера* – первая оболочка атмосферы Солнца, её воспринимают как поверхность Солнца. Температура фотосферы уменьшается от 8000 К на глубине 300 км до 4000 К в верхних слоях. Средняя температура поверхности Солнца принимается за 6000 К. В телескоп с большим увеличением хорошо видно, что поверхность фотосферы имеет зернистую структуру, эти зёрна называются гранулами. Гранулы имеют диаметр до 2000 км. В совокупности гранулы занимают 40 % видимого диска Солнца. *Хромосфера* – вторая оболочка атмосферы Солнца. При полном солнечном затмении у самого края солнечного диска видно розовое кольцо – это хромосфера. Хромосфера неоднородна и состоит из продолговатых вытянутых языков – спикул. Общая протяжённость хромосферы 10–15 тыс. км. В хромосфере наблюдается повышение температуры от 6000 до 10000 К. *Солнечная корона* – внешняя атмосфера Солнца. Она образовалась наиболее разрежённым ионизированным газом. Простирается на расстояние 5 диаметров Солнца, слабо светится. Корональные газы имеют температуру около 1 млн К.

На солнечном диске даже невооружённым глазом видны чёрные образования – *солнечные пятна*. Это участки поверхности Солнца с температурой на 1000–1500 К ниже, чем фотосферы. Солнечные пятна непостоянны, они могут существовать несколько месяцев, потом исчезнуть и появиться вновь. Обычно образуются по обе стороны от экватора до 30–40° широты, имеют диаметр несколько тысяч километров. Вокруг тёмных пятен часто образуются светлые области с температурой на 1000–1500 К выше, чем в фотосфере. Эти области носят название *факелов*. Их продолжения в хромосферу называются *флоккулами*, а на солнечной короне – *протуберанцами*. Протуберанцы имеют самую различную форму, вещество в них может двигаться как вверх, так и в обратном направлении. Солнечные пятна и факелы – активные участ-

ки поверхности Солнца. Процесс образования и исчезновения их имеет основной 11-летний цикл. В годы минимумов на Солнце может не быть ни одного пятна, а в максимуме их число измеряется десятками. Ближайший максимум солнечной активности пришёлся на 2000–2001 гг.

Солнце излучает два основных потока энергии – электромагнитное (солнечная радиация) и корпускулярное (солнечный ветер) излучение. Тепловое поле поверхности планет Солнечной системы издаётся солнечной радиацией. *Электромагнитное излучение* распространяется со скоростью света и за 8,4 мин достигает поверхности Земли. На верхнюю границу атмосферы подходит определённое количество солнечной радиации. Это *солнечная постоянная*. *Корпускулярное излучение* – поток заряженных частиц (электронов и протонов), идущий от Солнца. Скорость его 1500–3000 км/с, достигает магнитосферы за несколько суток.

В пик солнечной активности возрастает поток заряженных частиц. Подходя к магнитосфере, поток увеличивает её напряжённость, на Земле начинаются *магнитные бури*. В это время активизируются тектонические движения, извергаются вулканы. В атмосфере возрастает количество атмосферных вихрей – циклонов, усиливаются грозы. Наиболее ярким и впечатляющим проявлением бомбардировки атмосферы солнечными частицами являются *полярные сияния* – свечение верхних слоёв атмосферы, вызванное ионизацией газов.

Магнитное поле Земли влияет на нервную и кровеносную систему человека. Его воздействие тормозит условные и безусловные рефлексы, меняет состав крови. Это воздействие осуществляется через свойства водных растворов (человек на 70 % состоит из воды). Обнаружено, что намагниченная вода даёт меньше накипи, иначе поглощает свет, прорастание политых такой водой семян происходит быстрее. В периоды солнечной активности происходит резкое изменение намагниченности воды, следовательно, магнитная буря вызывает изменение поведения всего живого. В период солнечной активности возрастает количество войн, несчастных случаев, появляются эпидемии.

**3. Взаимодействие планет и спутников.** Солнечная система состоит из центральной звезды – Солнца, девяти планет, более 60 спутников, более 40 000 астероидов и около 1 000 000 комет. Радиус Солнечной системы до орбиты Плутона составляет 5,9 млрд км. Если определять границу Солнечной системы по орбитам комет, вращающихся вокруг Солнца, то радиус Солнечной системы намного больше. Учёные предполагают, что в Солнечной системе есть ещё одна – десятая планета, но пока точные её размеры и расстояние до Солнца неизвестны. Предположение выдвинуто на основе изучения орбиты Плутона: её возмущения нельзя объяснить только воздействием соседних планет.

Планеты расположены от Солнца в такой последовательности: Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун, Плутон. Все планеты имеют общие свойства и особенности. К общим свойствам можно отнести следующие:

- все планеты имеют шарообразную форму;
- все планеты обращаются вокруг Солнца в одном направлении против часовой стрелки для наблюдателя, смотрящего со стороны Северного полюса Мира. Это направление называется прямым, в таком же направлении движутся почти все спутники и астероиды;
- осевое вращение большинства планет происходит в том же направлении – против часовой стрелки. Исключение составляют Венера и Уран, они вращаются по часовой стрелке;
- на долю планет приходится 98 % момента количества движения всей Солнечной системы, Солнце обладает лишь 2 % момента количества движения;
- орбиты большинства планет близки по форме к окружности, планеты не подходят близко друг к другу, их гравитационное воздействие мало. Только у Меркурия и Плутона орбиты сильно вытянуты;
- орбиты всех планет находятся примерно в одной плоскости, близкой к плоскости эклиптики. Причём каждая следующая планета примерно в два раза дальше от Солнца, чем предыдущая.

Планеты условно делятся на две большие группы: *планеты земной группы* и *планеты-гиганты*. К первой группе относятся Меркурий, Венера, Земля, Марс. Вторую группу образуют Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун. Плутон по размерам и свойствам ближе к ледяным спутникам планет-гигантов.

Различие планет по физическим свойствам обусловлено тем, что планеты земной группы формировались ближе к Солнцу, планеты-гиганты – на очень холодной периферии Солнечной системы. Планеты земной группы имеют небольшие размеры. Диаметр Земли – самой большой из них – составляет 12 735 км. Они имеют большую плотность (плотность Земли – 5,5 г/см<sup>3</sup>). Основными их составляющими являются силикаты и железо. Следовательно, планеты земной группы – твёрдые тела. Планеты медленно вращаются вокруг своей оси. У Меркурия период вращения равен 58,7 земных суток, у Венеры – 243 суткам, у Марса – немного больше суток. Из-за медленного вращения полярное сжатие у планет небольшое, т. е. они имеют близкую к шару форму. Планеты земной группы обладают значительной скоростью орбитального движения. Самая большая скорость у Меркурия – 48 км/с, у Венеры – 35 км/с, у Марса – 24 км/с. Планеты имеют всего три спутника: у Земли – Луна, у Марса – Фобос и Деймос.

«Планеты-гиганты» имеют огромные размеры: диаметр Юпитера равен 148 800 км. Однако плотность планет небольшая, у Юпитера она составляет 1,3 г/см<sup>3</sup>. Наиболее распространёнными в них химическими элементами являются водород и гелий. Следовательно, планеты-гиганты представляют собой газовые шары. Водород при высоком давлении и температуре из газообразного состояния переходит в металлизированное. Планеты-гиганты с большой скоростью вращаются вокруг своей оси, период осевого вращения планет колеблется от 10 ч – у Юпитера, до 17 ч – у Урана. Благодаря быстрому вращению планеты имеют большое полярное сжатие (у Сатурна – 1/10). Скорость орбитального движения у планет небольшая, полный оборот вокруг Солнца Юпитер совершает за 11,86 года, а Нептун – за 165 лет. Все планеты-гиганты имеют кольца и большое количество спутников. Сейчас их известно более 60.

Одна из первых гипотез построения Солнечной системы была предложена древнегреческим астрономом *К. Птолемеем* во II в. н. э. Он предположил, что все небесные тела движутся по круговым орбитам вокруг неподвижной Земли, которая является центром вращающейся системы Вселенной. Эта система Мира получила название *геоцентрической*. В 1543 г. польский астроном *Н. Коперник* опубликовал сочинение «Об обращениях небесных сфер», в котором развил представление о *гелиоцентрической* системе Мира. Согласно этому представлению, центром вращающейся системы является Солнце, вокруг него по круговым орбитам движутся планеты, в том числе и Земля. Последователь Коперника *Д. Бруно* (1548–1600) утверждал, что во Вселенной нет центра, что Солнце – это только центр Солнечной системы. Для утверждения гелиоцентрической системы Мира много сделал *Г. Галилей* (1564–1642), впервые применивший телескоп для наблюдений за движением небесных объектов. Он открыл четыре спутника Юпитера, что опровергло ошибочное представление о том, что только Земля может быть центром движения небесных тел.

Истинную картину движения всех планет установил немецкий учёный *И. Кеплер* (1571–1630). В книгах «Новая астрономия» и «Гармония мира» он сформулировал три закона. В первом законе говорится о форме планетной орбиты: каждая планета движется по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце. В течение года расстояние от планеты Солнца (S) меняется: в точке перигелия (П) планета ближе всего к Солнцу, в точке афелия (А) расстояние до Солнца самое большое. Расстояние от Земли до Солнца в перигелии равно 147 млн км, в афелии – 152 млн км. Второй закон формулируется так: радиус-вектор планеты за равное время описывает равновеликие площади. Радиус-вектор – это отрезок прямой, соединяющий точку на орбите планеты с Солнцем. Из закона следует, что скорость движения планет по орбитам изменяется: в точке перигелия она наибольшая, т. к. больше путь, проходимый планетой за единицу времени.



Вблизи афелия скорость наименьшая, т. к. путь короче. У Земли скорость вблизи перигелия составляет 30,3 км/с, вблизи афелия – 29,3 км/с. Третий закон позволяет рассчитать расстояние от планет до Солнца: квадраты периодов обращения планет относятся как кубы больших полуосей их орбит.

В Солнечной системе 99,9 % массы заключено в Солнце, поэтому основная сила, управляющая движением тел в Солнечной системе – это притяжение Солнца. Т. к. планеты движутся вокруг Солнца в одной плоскости и практически по круговым орбитам, их взаимное притяжение невелико, но и оно вызывает отклонения в движении планет. Известно явление, называемое «парадом планет», когда на одной линии выстраивается большинство планет. В 2000 г. ожидался «парад планет», планеты подошли близко друг к другу, но не встали в одну линию. В этот момент их совместное воздействие на Солнце возрастает, что может обусловить возрастание солнечной активности. На Землю огромное влияние оказывает близко расположенная Луна, её притяжение в сочетании с притяжением Солнца вызывает образование морских приливов.

По современным представлениям, Солнце, планеты и другие тела солнечной системы образовались из единого газопылевого облака приблизительно 5–4,6 млрд лет назад. Постепенно уплотняясь под влиянием гравитационного сжатия и убыстряя своё вращение, облако приобрело форму диска. В результате уплотнения вещество облака разогревалось, и в центральной области начались ядерные реакции синтеза. В центре облака образовалась звезда, а из сгущений твёрдого материала – планеты и спутники. Впервые эта гипотеза была выдвинута в 1644 г. *Р. Декартом*, но широко известной она стала как *космическая небулярная* (небула – «туманность») *гипотеза Канта-Лапласа*. В настоящее время большинство космологов считает, что основные положения классической гипотезы Канта-Лапласа верны. Тела Солнечной системы образовались из единого первичного холодного газопылевого облака. Космические тела формировали из твёрдых частиц, объединённых в плотные компактные массы первичной газовой среды, главным образом лёгкого состава – водорода и гелия. На долю водорода приходилось 2/3 общей массы вещества, на долю гелия – немного менее 1/3, на долю остальных – 2,5 %. Примерно такое соотношение элементов характерно и для Вселенной в целом.

*Луна – спутник Земли.* У Земли есть единственный естественный спутник – Луна, находящийся на расстоянии 384 тыс. км. Средний радиус Луны 1738 км, что составляет 0,27 радиуса Земли. Это не самый массивный спутник в Солнечной системе, его превосходят спутники Юпитера (Ио, Ганимед, Каллисто) и Сатурна (Титан). Масса Луны составляет 1/81 массы Земли, только спутник Плутона Харон превышает это соотношение. Луна вращается вокруг своей оси, поэтому она имеет небольшое полярное сжатие. Экваториальный радиус на 0,5 км длиннее полярного. Ось вращения с

плоскостью лунной орбиты составляет угол  $83^{\circ}22'$ . Орбита Луны представляет собой эллипс, в одном из фокусов которого находится Земля. Поэтому расстояние до Земли немного меняется: в перигее – 357 тыс. км, в апогее – 407 тыс. Орбита Луны наклонена к плоскости земной орбиты на угол  $5^{\circ}09'$ . Период обращения Луны вокруг Земли и период осевого вращения Луны совпадают и равны 27,32 суток. Это *звёздный сидерический месяц* – период полного обращения Луны вокруг Земли. Из-за совпадений периодов Луна обращена к земному наблюдателю всегда одной стороной. Однако наблюдатель видит примерно 60 % её поверхности из-за особенностей движения Луны: Земля располагается не в центре орбиты, а в фокусе, кроме того, орбита Луны образует угол с земной.

При своём движении вокруг Земли Луна занимает несколько положений относительно Солнца. С движением связаны различные *фазы* Луны, т. е. разные формы её видимой части. Основные фазы называются: *новолуние, первая четверть, полнолуние, третья четверть*. В фазу новолуния Луна находится между Солнцем и Землёй, и к Земле обращена неосвещённой стороной. В фазу первой четверти Луна располагается на угловом расстоянии в  $90^{\circ}$  от Солнца, и солнечные лучи освещают правую сторону. Наблюдатель на Земле видит молодой «растущий» месяц. В фазу полнолуния Луна находится за Землёй, и к наблюдателю повернуто освещённое полушарие. В фазу третьей четверти Солнце освещает левую сторону Луны и на небе виден «старый» месяц. Верхняя кульминация Луны (самое высокое положение Луны на небе, когда она проходит меридиан места наблюдения) в разных фазах наблюдается в разное время: в фазу первой четверти – в 18 ч, в полнолуние – в 24 ч, в третью четверть – в 6 ч утра. Именно поэтому Луна высоко на небе видна иногда ранним утром или вечером. Период полной смены лунных фаз – *синодический месяц* – больше сидерического, равен 29,53 суток. Происходит это из-за движения Земли вокруг Солнца. За 27,3 суток Земля по своей орбите продвигается на  $27^{\circ}$ , и для того, чтобы достичь фазы полнолуния, Луне по своей орбите надо продвинуться ещё на  $27^{\circ}$ . Это занимает примерно двое суток. В течение синодического месяца на Луне происходит смена дня и ночи.

Взаимное расположение и влияние Луны и Земли приводит к образованию солнечных и лунных затмений, приливов. Солнечные и лунные затмения бывают тогда, когда Солнце, Луна и Земля находятся на одной прямой вблизи узлов лунной орбиты. Если Луна находится между Солнцем и Землёй (фаза новолуния), она закрывает диск Солнца, для некоторых районов начинается солнечное затмение. Если Луна располагается за Землей (фаза полнолуния), то она попадает в тень от Земли, для всего ночного полушария начинается лунное затмение. Чаще всего в году бывает только два солнечных и два лунных затмения. Полные солнечные затмения видны не чаще одного раза в 200–300 лет.

Приливы на Земле вызваны притяжением Земли другими телами Солнечной системы, в частности Луной и Солнцем. Наибольшее приливообразующее значение имеет притяжение Луны – ближайшего небесного тела. Приливы ежесуточно обходят Землю с востока на запад, как и видимое движение Луны. Сила притяжения Луны, по закону всемирного тяготения, зависит от массы взаимодействующих тел и расстояния между ним к ближайшей к Луне точке (Z-зенит); на поверхности Земли наибольшая, в наиболее удалённой точке (N-надире) – наименьшая. Равнодействующая силе притяжения Луны и центробежной называется *приливообразующей силой*. Одновременно на Земле существуют два прилива: один – на стороне Земли, обращённой к Луне, там сила лунного притяжения больше, другой – на обратной стороне, где больше центробежная сила. Период между приливами составляет 12 ч 25 мин, немного более 12 ч, т. к. Луна обращается вокруг общего центра тяжести масс в ту же сторону, в какую вращается Земля вокруг своей оси. Наиболее ярко приливы проявляются в гидросфере, высота приливной волны может достигать 16–18 м (залив Фанди, Северная Америка). Однако и в других геосферах приливы существуют. Так, в районе Москвы дважды в сутки поверхность Земли поднимается на 30–40 см. В фазы полнолуния и новолуния, когда Солнце, Луна и Земля находятся на одной прямой, приливы наибольшие, они называются *сизигийными*. В первую и третью четверти, когда Солнце располагается под углом  $90^\circ$  по отношению к Луне и Земле, образуются наименьшие приливы, которые называются *квадратурными*.

*Лунные кратеры* – самая характерная форма рельефа Луны. Они имеют различные размеры – от 1 мм до нескольких сотен километров. Формы кратеров также очень разнообразны. Некоторые крупные кратеры имеют центральные горки (кратер Коперника). У других есть радиально расходящиеся от центра светлые лучи. Предполагают, что это выбросы свежей породы, получающиеся при падении метеорита. Отсутствие атмосферы обеспечивает хорошую сохранность лунных кратеров. По современным оценкам, возраст кратера Коперника равен миллиарду лет.

Поверхность Луны покрыта «корой выветривания» – *реголитом*. Он представляет собой обломочно-пылевой материал, образующийся при микрометеоритной бомбардировке. Его мощность на Луне оценивается в 9–12 м. Под реголитом залегает слой раздробленных пород толщиной сотни метров, образованный при падении крупных метеоритов. Общая мощность лунной коры равна 100 км. По химическому составу лунный грунт схож с земным: в нём найдено 70 химических элементов: кремний, алюминий, железо, магний, кальций и др. Горные породы близки к земным базальтам.

**4. Небольшие небесные тела – астероиды, кометы, метеорные потоки.** *Астероиды* – малые планеты Солнечной системы. Они образуют тонкое кольцо между орбитами Марса и Юпитера. Первый астероид был назван «Церера». К 1880 г. астероидов было известно уже около 200, сейчас орбиты вычислены для более 40 000 астероидов. Самый большой астероид Церера имеет диаметр 1000 км, диаметр Паллады – 608, Весты – 540. Наблюдения показали, что практически все астероиды имеют неправильную форму, только самые крупные приближаются к шару. Орбиты многих малых планет заметно вытянуты. Большинство орбит располагается в плоскости эклиптики, т. е. в плоскости орбиты Земли. Наклоны обычно не превышают нескольких градусов, однако у Цереры наклон к плоскости эклиптики составляет 35°. По цвету и составу астероиды условно подразделяют на три класса. Первый класс образуют *углистые астероиды* (класс C), они самые тёмные. Астероиды второго класса называются *каменными* (класс S), т. к. они напоминают породы Земли. К третьему классу (класс M) относятся металлические астероиды. На их поверхности присутствуют выходы металлов, как у некоторых метеоритов.

Астероиды вращаются вокруг своей оси. Периоды вращения – от нескольких до сотен часов. Некоторые астероиды имеют спутники. Существует две гипотезы образования астероидов. По первой гипотезе предполагается существование в прошлом планеты Фэтон. Она существовала недолго и разрушилась при столкновении с крупным небесным телом или благодаря процессам внутри планеты. Однако наиболее вероятно образование астероидов за счёт сгустков первичного газопылевого облака.

*Кометы* – небольшие несветящиеся тела Солнечной системы, которые становятся видимыми только при подходе к Солнцу. Число комет измеряется миллионами. В комете выделяют *голову и хвост*. Голова состоит из твёрдого ядра и газового окружения – *комы*. Ядра многих комет невелики, поперечник составляет несколько километров. Например, ядро кометы Галлея имеет размеры 16 × 8 км. Образованы ядра ледяным конгломератом с примесью каменных и железистых частиц. Основу льдов (80 %) составляет вода, остальное – твёрдая углекислота (сухой лёд), метановый, аммиачный лёд и другие замороженные газы. При приближении кометы к Солнцу на расстояние 4,5 а. е. температура достигает 133 К, и льды начинают испаряться. Сначала испаряются метан, аммиак, водород, образуя кому. Кома – атмосфера кометы, она может достигать сотен тысяч километров. По мере усиления потока газов появляется хвост кометы, протягивающийся на миллиард километров. При ионизации газов кома и хвост кометы начинают светиться.

Некоторые кометы вращаются вокруг планет-гигантов. Периоды орбитального движения комет могут составлять от нескольких до миллионов лет. Самый короткий период у кометы Энке. От орбиты Меркурия до орбиты Юпитера и обратно комета проходит за 3,3 года. Самый длинный период у кометы Делавана. Хорошо изучена планета Галлея. Её период составляет 75–76 лет, последнее её приближение наблюдали в 1986 г. Кометы образуются в результате выбросов в межпланетное пространство вулканического вещества планет и спутников. По другой гипотезе кометы возникают из гигантского кометного облака возле Солнца. Не исключено столкновение планет с кометами, их ядрами. Существует предположение, что падение Тунгусского метеорита в 1908 г. в районе Подкаменной Тунгуски было на самом деле столкновением Земли с осколком ядра кометы Энке.

В межпланетном пространстве присутствует метеороидное вещество – мелкие небесные тела размером от пылинки до глыб. *Метеоры* – мельчайшие твёрдые тела массой несколько граммов, вторгшиеся в атмосферу планеты. Мелкие частицы вещества, двигаясь со скоростью 11–12 км/с, из-за трения в атмосфере разогреваются до 10 000 °С, что вызывает их свечение на протяжении нескольких секунд. Они сгорают в атмосфере, не долетая до поверхности. Метеоры делятся на единичные и метеорные потоки. Все частицы в метеорном потоке движутся по параллельным траекториям. Наблюдателю с Земли кажется, что они разлетаются из одной точки неба, называемой *радиантом*. Метеорные потоки называются по тем созвездиям, где находятся их радианты. Наиболее известны Персеиды (падают в августе), Дракониды (октябрь), Леониды (ноябрь). Метеорные потоки движутся вокруг Солнца по орбитам распавшихся комет. Если Земля пересекает орбиту метеорного потока, частицы «налетают на планету», начинается «звёздный дождь».

Если в атмосферу планеты вторгается крупное небесное тело – *болоид*, то оно не успевает сгореть в атмосфере и падает на поверхность. Вес таких тел должен быть несколько тысяч тонн. Упавшие на поверхность планеты небесные тела называются *метеоритами*. Их движение по небу сопровождается полётом огненного шара, громом. На Земле образуется кратер. Наибольший метеорный кратер на Земле имеет диаметр 1265 м и расположен в Аризоне. Вокруг кратера были обнаружены железные обломки весом 30 т. Считается, что здесь 27 тыс. лет назад упал метеорит массой 2 млн т. Метеориты – обломки неправильной формы, покрытые тонкой коркой плавления. Наиболее распространёнными элементами метеоритов являются кислород, железо, кремний, магний, никель и др. В метеоритах обнаружено 66 минералов. Встречаются самородные – медь, золото, алмазы, сульфиды, оксиды; фосфаты, силикаты. По составу метеориты делятся на *железные (сидериты)*, *железокаменные (сидеролиты)* и *каменные (аэролиты)*. Железные метеориты состоят в основном

из никелистого железа. Каменные метеориты состоят из силикатов (оливина, пироксена). Характерной особенностью основного типа каменных метеоритов (*хондриты*), является наличие хондр (округлых образований диаметром 1 мм, состоящих из оливина и пироксена). Эти зёрна – продукты сложных процессов дифференциации вещества. *Ахондриты* (второй тип каменных метеоритов) зернистой структуры не имеют, обладают кристаллической структурой и сходством с земными изверженными породами. Железокаменные метеориты – это обломки никелистого железа с вкраплениями зёрен силикатов. Преобладают каменные метеориты, которые составляют 80 % из всех найденных на Земле. Возраст метеоритов оценивается в 5–4,6 млрд лет. Масса колеблется от нескольких граммов до нескольких сотен тонн, самый крупный метеорит «Гоба» был найден в юго-западной Африке в 1920 г., его масса 60 т. По современным представлениям, метеориты – это обломки крупных астероидов разного типа. Хондриты представляют собой слабоизменённое первичное вещество Вселенной. Именно в хондритах обнаружены остатки органических веществ. Сбор и изучение метеоритов имеют большой научный интерес. Ежегодно в сторону Земли направляется 10 млрд метеоров. На Землю выпадает около 2000 метеоритов ежегодно.

### *Контрольные вопросы и задания*

1. Что относится к космическим факторам формирования географической оболочки?
2. Что представляет собой галактика? Какие существуют морфологические типы галактик?
3. Раскройте содержание понятий «созвездие», «звёздные скопления», «наша галактика».\*
4. Какое воздействие оказывают излучения звёзд и Солнца на Землю?
5. Как происходит образование звёзд? От чего зависит жизнь звезды? Виды звёзд.
6. Каково строение Солнца? Солнечные пятна. Протуберанцы.\*
7. Какие потоки энергии излучает Солнце?
8. Как происходит взаимодействие планет и их спутников?
9. Что относится к общим свойствам планет? Какие существуют группы планет?\*
10. Какие процессы происходят на Земле вследствие взаимного расположения и влияния Земли и Луны?
11. Чем отличаются друг от друга понятия: «метеорное вещество», «метеор» и «метеорит»?\*
12. Раскройте содержание понятий «астероид» и «комета».\*
13. Каково внутреннее строение Земли как планеты? Чем оно отличается от внутреннего строения планет земной группы и планет-гигантов?

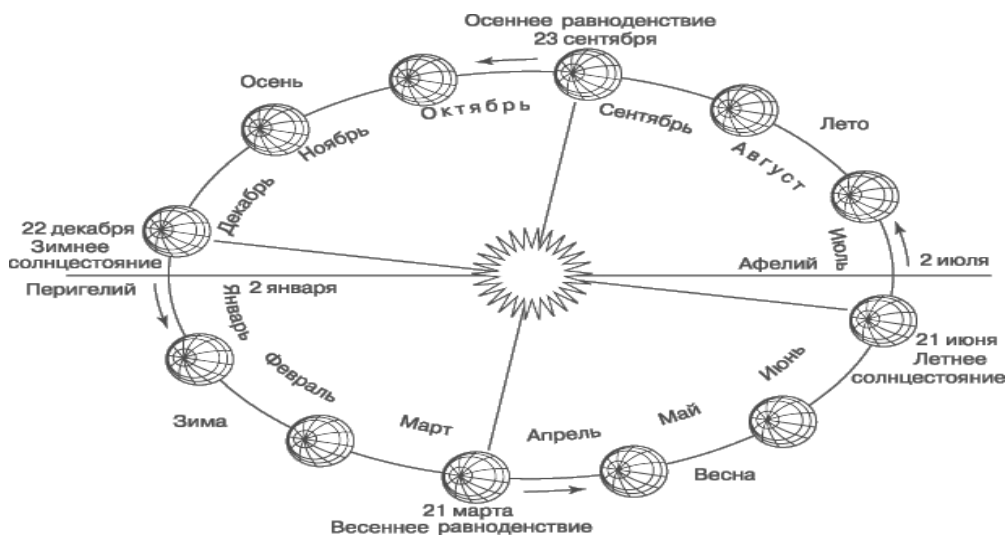
### 2.3. Планетарные факторы формирования географической оболочки

Географическая оболочка, сформировавшаяся на планете, испытывает со стороны космоса и недр Земли постоянное воздействие. Факторы формирования можно разделить на космические (2.2) и планетарные.

К *планетарным факторам* формирования ГО относятся:

- орбитальное движение и осевое вращение Земли;
- форма и размеры планеты;
- внутреннее строение Земли;
- геофизические поля.

**1. Орбитальное движение Земли.** Планета Земля движется вокруг Солнца по орбите длиной 934 млн км со средней скоростью 29,8 км/с (рис. 3). Доказательством движения Земли является параллактическое смещение звёзд дважды в год на один и тот же угол. Вторым доказательством движения Земли вокруг Солнца является годовое абберационное смещение звёзд, открытое в 1728 г. английским астрономом *Дж. Брадлеем* (1693–1762). *Абберация* – угол между наблюдаемым (видимым) и истинным направлением на светило.



*Рис. 3.* Схема годового движения Земли вокруг Солнца

Годовое движение Земли вокруг Солнца можно наблюдать по непрерывному изменению положения Солнца на небе: изменяется полуденная высота Солнца, азимутальный угол восхода и заката. Видимый годовой путь Солнца по небесной сфере, *эклиптика*, представляет собой *сечение небесной сферы плоскостью земной орбиты*. *Небесный экватор* – линия пересечения плоскости земного экватора с небесной сферой. Эклиптика с

небесным экватором в современную эпоху образует угол  $23^{\circ}27'$ . Места их пересечения называются точками весеннего и осеннего равноденствия. В этих точках Солнце бывает 21 марта и 23 сентября. Движение Земли по орбите совершается против часовой стрелки. В том же направлении происходит и вращение Земли вокруг своей оси. Ось вращения сохраняет практически неизменное направление в пространстве – направление на Полярную звезду (Северный полюс Мира).

Земля движется по эллиптической орбите, поэтому расстояние от неё до Солнца меняется в течение года: в ближайшей к Солнцу точке орбиты – перигелии – расстояние равно 147,5 млн км, и дальней точке орбиты – афелии – расстояние увеличивается до 152,5 млн км.

Полный оборот Земля совершает за 365 сут 6 ч 9 мин 9,6 с. Этот промежуток времени называется *звёздным сидерическим годом*. *Тропический год* – промежуток времени между двумя прохождениями Солнца через точку весеннего равноденствия. Тропический год на 20 мин 24 с короче звёздного, т. к. точка весеннего равноденствия движется навстречу годовому движению Солнца. Подобное явление объясняется *прецессией* – движением оси вращения Земли вокруг перпендикуляра к плоскости вращения с вершиной в центре Земли. Наклон оси при этом не меняется. Период прецессии составляет 20 000 лет. Изменение положений оси вращения приводит к смещению сезонов года. Считается, что через 13 000 лет лето в северном полушарии будет приходиться на 12, 1 и 2-й месяцы.

Географическими следствиями годового движения Земли являются:

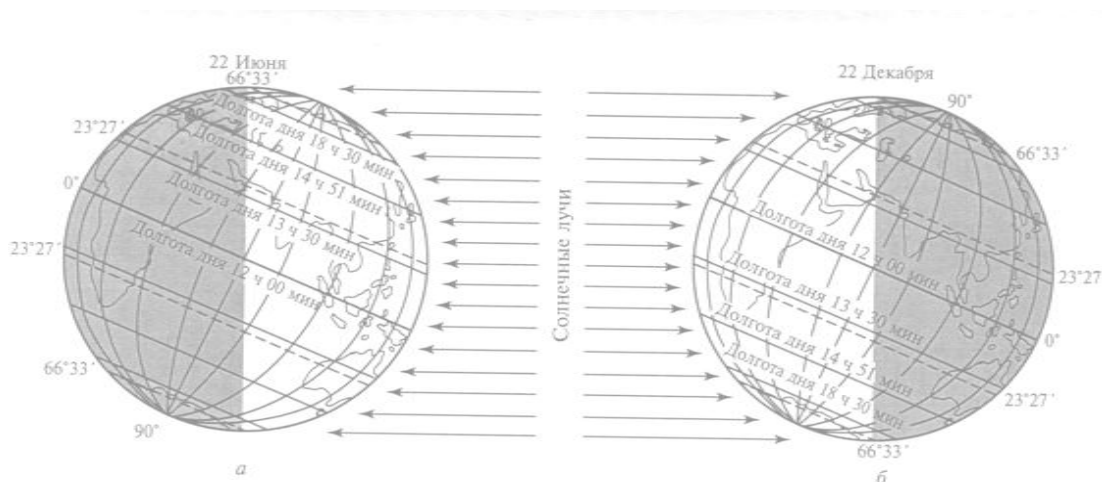
- смена сезонов года;
- изменение продолжительности дня и ночи;
- образование поясов освещения;
- годовой ритм в географической оболочке.

В день зимнего солнцестояния 22 декабря Солнце стоит в зените на южном тропике и освещает больше южное полушарие (рис. 4). Земля находится вблизи точки перигелия своей орбиты. За южным полярным кругом стоит полярный день, т. к. солнце не заходит за горизонт. На всех широтах от Южного полярного круга до Южного тропика день длиннее ночи. В Северном полушарии за полярным кругом начинается полярная ночь. Продолжительность её разная на разных широтах и увеличивается от полярного круга до полюса от одного дня до полугода. День в Северном полушарии короче ночи. День зимнего солнцестояния – начало астрономической зимы в Северном полушарии.

В дни весеннего и осеннего равноденствия 21 марта и 23 сентября Солнце стоит в зените на экваторе и равномерно освещает оба полушария. Светораздельная линия (терминатор) проходит через географиче-



ские полюсы. В эти дни продолжительность дня и ночи на всех широтах одинаковая (12 часов). Дни весеннего и осеннего равноденствия – начало астрономической весны и осени в соответствующем полушарии.



**Рис. 4.** Положение Земли в дни летнего (а) и зимнего (б) солнцестояния

В день летнего солнцестояния 22 июня Солнце стоит в зените на северном тропике и освещает больше Северное полушарие. Земля находится вблизи точки афелия. На небе Северного полушария в полдень солнце занимает самое высокое в году положение. За северным полярным кругом начинается полярный день, Солнце не заходит за горизонт. В Южном полушарии за Южным полярным кругом Солнце вообще не появляется на небосводе. Продолжительность полярной ночи равна одному дню на южном полярном круге и увеличивается на полюсе до полугода. День в Северном полушарии длиннее ночи. День летнего солнцестояния – начало астрономического лета в Северном полушарии.

Земля движется по орбите с различной скоростью: в точке перигелия скорость наибольшая, наименьшая скорость у Земли при прохождении точки афелия. Поэтому в Северном полушарии летний сезон самый продолжительный, зимний – самый короткий. Поскольку Северное полушарие зимой ближе к Солнцу, а летом немного дальше, температурный режим его более благоприятный, чем Южного полушария: лето по астрономическим причинам более продолжительное и немного прохладнее, а зима короче и теплее.

*Пояса освещения, или астрономические тепловые пояса, выделяются по высоте Солнца над горизонтом и продолжительности освещения. В жарком поясе, расположенном между тропиками, Солнце дважды в год в полдень бывает в зените над экватором в дни весеннего и осеннего равноденствия. На линиях тропиков Солнце стоит в зените только один раз в году: на Северном тропике (тропик Рака) – в полдень 22 июня, на*

Южном тропике (тропик Козерога) – 22 декабря. Таким образом, тропики являются границами зенитального положения Солнца. Продолжительность дня в жарком поясе в течение года изменяется мало (от 11 до 13 ч). Между тропиками и полярными кругами выделяются *два умеренных* пояса. В них Солнце никогда не стоит в зените, продолжительность дня и высота Солнца над горизонтом сильно меняются в течение года. Однако в течение суток обязательно бывает смена дня и ночи. Между полярными кругами и полюсами расположены *два холодных* пояса, здесь бывают полярные дни и ночи. Следовательно, в году бывают дни, когда Солнце вообще не показывается из-за горизонта или не опускается за горизонт.

Положение тропиков и полярных кругов не остаётся постоянным, оно изменяется в зависимости от изменения наклона плоскости орбиты Земли. Плоскость земной орбиты колеблется в пространстве, и за 40 000 лет наклон к экватору изменяется с  $24^{\circ}36'$  до  $21^{\circ}58'$ . Это сопровождается расширением и сужением поясов освещения. Если бы ось Земли была перпендикулярна к плоскости орбиты, то пояса освещения не выделялись бы.

Смена времён года обуславливает годовой ритм в географической оболочке. В жарком поясе годовой ритм зависит, главным образом, от изменения увлажнения, в умеренном – от температур, в холодном – от условий освещения.

**2. Осевое вращение Земли.** Земля вращается с запада на восток против часовой стрелки, совершая полный оборот за сутки. Средняя угловая скорость вращения, т. е. угол, на который смещается точка на земной поверхности, для всех широт одинакова и составляет  $15^{\circ}$  за 1 ч. *Линейная скорость*, т. е. путь, проходимый точкой в единицу времени, зависит от широты места. Географические полюсы не вращаются, там скорость равна нулю. На экваторе каждая точка проходит больший путь и имеет наибольшую скорость 455 м/с. Скорость на одном меридиане разная, на одной параллели одинаковая.

Главным физическим доказательством вращения Земли служит *маятник Фуко*. Согласно законам физики, качающееся тело сохраняет неизменной плоскость своего качания относительно Мирового пространства. Если поместить под маятник круг с делениями, то окажется, что по отношению к Земле положение плоскости меняется, т. е. Земля поворачивается вокруг своей оси. Если маятник повесить над полюсом Земли, то её вращение не будет оказывать никакого воздействия на направление плоскости качания, но наблюдателю на вращающейся Земле будет заметно кажущееся смещение плоскости движения маятника. За одни звёздные сутки плоскость колебания маятника совершит полный оборот относительно поверхности Земли с угловой скоростью  $15^{\circ}$  за 1 ч. На экваторе плоскость качания маятника относительно земной поверхности будет со-

хранять своё положение и никакого кажущегося отклонения наблюдатель не заметит. На остальных широтах на Земле угол отклонения зависит от широты места. Например, в Санкт-Петербурге отклонение в 1 ч составляет  $13^\circ$ , в Москве –  $12,5^\circ$ .

Вторым доказательством вращения Земли является отклонение всех падающих на Землю тел к востоку. Этот эффект обусловлен тем обстоятельством, что чем дальше находится точка от оси вращения Земли, тем больше линейная скорость, с которой он движется с запада на восток вследствие вращения Земли. Поэтому вершина высокой башни перемещается к востоку с большей линейной скоростью, чем её основание. Тело, свободно падающее с башни, сохраняет свою первоначальную линейную скорость. Поэтому оно падает не у основания башни, а немного к востоку от него.

Доказательством вращения Земли является фигура самой планеты, наличие сжатия земного эллипсоида. Сжатие возникает при участии центробежной силы, развивающейся в свою очередь на вращающейся планете. Любая точка на Земле находится под воздействием земного притяжения и центробежной силы. Равнодействующая этих сил направлена к экватору, поэтому Земля в экваториальном поясе выпуклая, у полюсов имеет сжатие.

К географическим следствиям осевого вращения Земли относятся возникновение силы Кориолиса, отсчёт времени и суточный ритм в

географической оболочке. Важным следствием осевого вращения Земли является кажущееся отклонение тел, движущихся в горизонтальном направлении, от направления их движения.

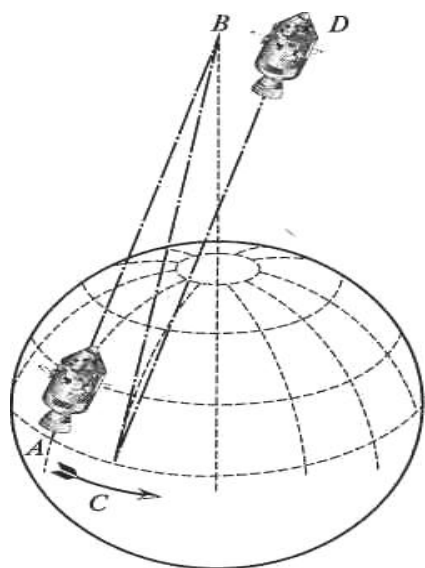


Рис. 5. Возникновение силы Кориолиса

продолжает двигаться в заданном направлении. Отклоняющее действие вращения Земли называют силой Кориолиса.

Сила Кориолиса всегда перпендикулярна движению, направлена вправо в Северном полушарии и влево – в Южном. Величина её зависит от

скорости движения и массы движущегося тела, а также от широты места. На экваторе сила Кориолиса равна нулю, величина её возрастает к полюсам, способствует образованию атмосферных вихрей, оказывает влияние на отклонение морских течений.

Период осевого вращения Земли называется сутками, это естественная единица измерения времени. Выделяют понятия: «звёздные» и «солнечные сутки». *Звёздные сутки* – промежуток времени между двумя верхними кульминациями звезды. Звёздные сутки равны 23 ч 56 мин 4 с. Они удобны для астрономических наблюдений, но неудобны для населения Земли. *Истинные солнечные сутки* – промежуток времени между двумя кульминациями центра Солнца, за начало суток принята нижняя кульминация – полночь. В течение года продолжительность истинных суток немного меняется из-за изменения скорости орбитального движения Земли и наклона экватора к эклиптике, поэтому в практических целях используется *среднее солнечное время* – средняя продолжительность истинных солнечных суток, которая равна 24 ч. Разность между истинным солнечным временем и средним временем называется *уравнением времени*. Среднее солнечное время в любой момент равно истинному солнечному времени минус уравнение времени. Сутки начинаются одновременно на всём меридиане. Среднее солнечное время на каждом меридиане свое, оно называется *местным временем*. На меридианах, отстоящих на  $15^\circ$ , время отличается на один час.

Вся поверхность Земли разделена на 24 пояса по  $15^\circ$  в каждом, границы проведены с учётом административных и государственных границ. В качестве *Всемирного времени* принято среднее солнечное время на Гринвичском (начальном) меридиане. *Линия перемены даты* – условная линия, служащая для разграничения мест, которые в один и тот же момент времени имеют разные календарные даты. Она проходит в основном по меридиану, имеющему долготу  $180^\circ$ , на Чукотке отклоняясь к востоку (Берингов пролив). При пересечении линии перемены дат с запада на восток отнимаются одни сутки, при пересечении с востока на запад – прибавляются.

*Поясное время* – время каждого часового пояса, определённое по срединному меридиану. Для перевода местного времени в поясное существует формула:

$$T_n - T_m = N - \lambda,$$

где  $T_n$  – поясное время;  $T_m$  – местное время;  $N$  – номер пояса,  $\lambda$  – долгота места в часовом выражении.

Поясное время равно всемирному времени плюс номер пояса. Поясное время каждого следующего к востоку пояса на один час больше, каждого следующего к западу – на час меньше. В нашей стране в целях более

экономного использования электроэнергии в 1930 г. было введено *декретное время* – поясное время каждого часового пояса плюс один час. Декретное время второго часового пояса называется *московским временем*.

Смена дня и ночи создаёт суточный ритм в ГО, он проявляется в живой и неживой природе: в суточном ходе всех метеорологических элементов – температуре, влажности, давлении; таяние горных ледников происходит днём; фотосинтез происходит днём, на свету, многие растения раскрываются в определённые часы суток.

**3. Форма и размеры Земли.** Первые представления о форме и размерах Земли появились в Древней Греции. *Пифагор* (VI в. до н. э.) и его ученики провозгласили Землю шаром, считая, что это самая идеальная фигура. Шарообразную форму Земли *Аристотель* (IV в. до н. э.) доказывал лунными затмениями, изменением звёздного неба при движении по меридиану и расширением горизонта при подъёме. *Эратосфен* (III в. до н. э.) впервые произвёл измерение длины меридиана. В конце XVII в. благодаря работам *И. Ньютона* возникло предположение, что Земля ввиду осевого вращения должна быть сжата у полюсов. *Сжатие* – это отношение разности наибольшего радиуса и наименьшего к наибольшему радиусу. Земля в первом приближении – эллипсоид вращения, у неё экваториальный радиус больше полярного на 21,36 км. На вращающейся Земле действует сила притяжения и центробежная, величина и направление силы тяжести зависят от сложения этих сил. На полюсе центробежная сила равна нулю, поэтому сила тяжести равна силе притяжения и величина её самая большая. На экваторе возрастает центробежная сила и уменьшается сила тяжести. Сила тяжести на полюсе на 0,6 % больше, чем на экваторе. Равнодействующая силы притяжения и центробежной силы – сила тяжести – направлена к экватору. Под её влиянием массы планеты перемещаются к экватору, и Земля приобретает форму эллипсоида. Однако истинная фигура не полностью соответствует эллипсоиду вращения. *Эллипсоид вращения* – фигура правильная, возникающая при вращении тела, имеющего однородное строение недр. Уровенная поверхность отличается от поверхности эллипсоида на 50–1 м. В 1873 г. немецкий учёный *И. Листинг* ввёл понятие «геоид». *Геоид* – фигура Земли, ограниченная уровенной поверхностью, совпадающей с поверхностью спокойной воды в океане, продолженной под материками так, чтобы отвесная линия в любой точке была перпендикулярна этой поверхности.

Работы по вычислению размеров Земли, выполненные под руководством *Ф. Н. Красовского* (1940–1946), показали, что геоид близок к трёхосному эллипсоиду вращения. У Земли один экваториальный радиус больше другого на 213 м. Дальше всего отстоят от экватора участки вдоль меридиана – 15° в. д., 165° з. д.; меридиан малой оси – 105° в. д., 75° з. д. В последние годы при анализе космических снимков выяснено, что се-

верный полярный радиус больше южного на 30–100 м, следовательно, Земля имеет форму *кардиоида*. В России в 1990 г. приняты параметры Земли (ПЗ-90), они по основным параметрам близки к размерам эллипсоида Красовского. Многочисленные спутниковые данные уточнили фактические размеры и форму Земли:

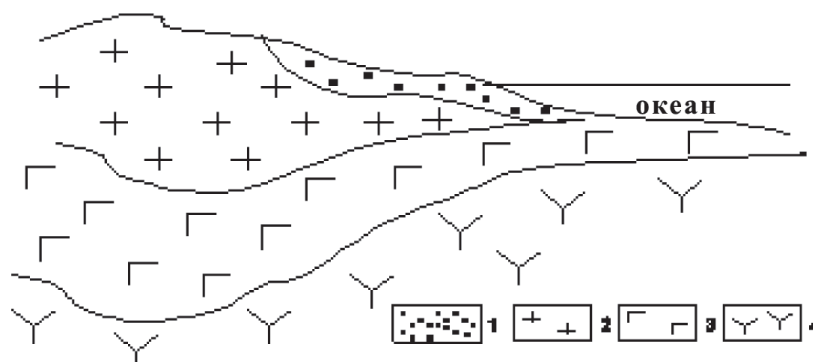
средний экваториальный радиус..	6378,14 км;
средний полярный радиус.....	6356,78 км;
полярное сжатие .....	1/293,3 (21,36 км);
экваториальное сжатие.....	1/30 000 (213 м);
длина меридиана.....	40 008,5 км;
длина экватора.....	40075,7 км;
площадь поверхности Земли .....	510 млн км <sup>2</sup> .

К доказательствам шарообразности Земли относятся снимки из космоса, лунные затмения и градусные измерения планет. Небольшие колебания длины дуги 1° в целом позволяют говорить, что Земля имеет близкую к шару форму. Доказательства шарообразности Земли, сформулированные в древности: постепенное появление предметов из-за горизонта, расширение дальности видимости при подъёме, изменение вида звёздного неба при движении по меридиану, кругосветные путешествия – *говорят только о выпуклости Земли*. Географическое значение формы и размеров Земли заключается в том, что её шарообразная форма обуславливает закономерное изменение угла падения солнечных лучей от экватора к полюсам. Образуется главная географическая закономерность – *географическая зональность компонентов и комплексов географической оболочки*. Шарообразная фигура при минимальном объёме концентрирует максимальную массу материи. Вещество планеты сжимается, внутри формируется центральное ядро и оболочки. *Оболочечное строение Земли – одно из самых фундаментальных её свойств*. Сферическая форма оболочек, в том числе и ГО, обуславливает бесконечность и единство пространства.

**4. Внутреннее строение Земли.** Земля, как и другие планеты, имеет оболочечное строение. К внешним оболочкам относятся атмосфера и гидросфера. Твёрдое тело Земли состоит из земной коры, мантии и ядра.

*Земная кора* – первая оболочка твёрдого тела Земли, имеет мощность 30–40 км. По объёму она составляет 1,2 % объёма Земли, по массе – 0,4 %, средняя плотность равна 2,7 г/см<sup>3</sup>. От мантии земная кора отделена сейсмическим разделом, названным *границей Мохо*, по фамилии югославского учёного *А. Мохоровичича* (1857–1936), открывшего этот «сейсмический раздел». Породы земной коры богаты кремнием, алюминием, окислами железа. Выделяют четыре типа земной коры, они соответствуют четырём наиболее крупным формам поверхности Земли. Первый

тип – *материковый*, его мощность 30–40 км, под молодыми горами она увеличивается до 80 км. Этот тип земной коры соответствует в рельефе материковым выступам (включая подводную окраину материка). Наиболее распространено деление на три слоя: осадочный, гранитный и базальтовый. *Осадочный слой* состоит из известняков, глин, песков, мощность до 15–20 км. Мощность *гранитного слоя* равна 10–15 км. *Базальтовый слой* сложен метаморфизованными основными и ультраосновными породами мощностью до 10–15 км (рис. 6).



**Рис. 6.** Схема современного представления глубинного строения литосферы:  
1 – осадочный слой, 2 – гранитный слой, 3 – базальтовый слой,  
4 – перidotитовая верхняя мантия

Второй тип земной коры – *переходный, или геосинклинальный*, соответствует переходным зонам (геосинклиналям). Расположены переходные зоны у восточных берегов материка Евразии, у восточных и западных берегов Северной и Южной Америки. Классическое строение их трёхчленное: котловина окраинного моря, островные дуги и глубоководный жёлоб. Под котловинами морей и глубоководными желобами нет гранитного слоя, земная кора состоит из осадочного слоя повышенной мощности и базальтового. Гранитный слой появляется только в островных дугах. Средняя мощность геосинклинального типа земной коры 15–30 км.

Третий тип – *океаническая* земная кора, соответствует ложу океана, мощность коры 5–10 км. Имеет двухслойное строение: первый слой – осадочный, образован глинисто-кремнисто-карбонатными породами; второй слой состоит из магматических пород основного состава (габбро). Между осадочным и базальтовыми слоями выделяется промежуточный слой, состоящий из базальтовых лав с прослоями осадочных пород. Поэтому иногда говорят о трёхслойном строении океанической коры.

Четвёртый тип – *рифтогенная* земная кора, она характерна для срединно-океанических хребтов, её мощность 1,5–2 км. В срединно-океанических хребтах близко к поверхности подходят породы мантии. Мощность осадочного слоя 1–2 км, базальтовый слой в рифтовых долинах выклинивается.

Существуют понятия «земная кора» и «литосфера». *Литосфера* – каменная оболочка Земли, образованная земной корой и частью верхней мантии. Мощность её составляет 150–200 км, ограничена астеносферой. Только верхняя часть литосферы называется *земной корой*.

*Мантия* по объёму составляет 83 % объёма Земли и 68 % массы. Плотность вещества возрастает до 5,7 г/см<sup>3</sup>. На границе с ядром температура увеличивается до 3800 °С, давление – до  $1,4 \times 10^{11}$  Па. Выделяют верхнюю мантию до глубины 900 км и нижнюю – до 2900 км. В верхней мантии на глубине 150–200 км присутствует астеносферный слой. *Астеносфера* – слой пониженной твёрдости и прочности в верхней мантии Земли, основной источник магмы, в ней располагаются очаги питания вулканов и происходит перемещение литосферных плит.

*Ядро* занимает 16 % объёма и 31 % массы планеты. Температура в нём достигает 5000 °С, давление –  $37 \times 10^{11}$  Па, плотность – 16 г/см<sup>3</sup>. Ядро делится на внешнее, до глубины 5100 км, и внутреннее. Внешнее ядро – расплавленное, состоит из железа или металлизированных силикатов, внутреннее – твёрдое, железоникелевое.

От плотности вещества зависит масса небесного тела, масса определяет размеры Земли и силу тяжести. Наша планета имеет достаточные размеры и силу тяжести, она удержала гидросферу и атмосферу. В ядре Земли происходит металлизация вещества, обуславливающая образование электрических токов и магнитосферы.

**5. Геофизические поля.** Вокруг Земли существуют разнообразные поля, наиболее существенное влияние на географическую оболочку оказывают гравитационное и магнитное поле.

*Гравитационное поле* Земли – это поле силы тяжести. Сила тяжести – равнодействующая сила между силой притяжения и центробежной силой, возникающей при вращении Земли. Центробежная сила достигает максимума на экваторе. Сила тяжести на Земле в основном зависит от силы притяжения, на которую оказывает влияние распределение масс внутри Земли и на поверхности. Сила тяжести действует повсеместно на Земле и направлена по отвесу к поверхности геоида. Напряжённость гравитационного поля равномерно уменьшается от полюсов к экватору (на экваторе больше центробежная сила), от поверхности вверх (на высоте 36 000 км равна нулю) и от поверхности вниз (в центре Земли сила тяжести равна нулю).

*Нормальным гравитационным полем* Земли называется такое, которое было бы у Земли, если бы она имела форму эллипсоида с равномерным распределением масс. Напряжённость реального поля в конкретной точке отличается от нормального, возникает *аномалия* гравитационного поля. Аномалии могут быть *положительными* и *отрицательными*: гор-



ные хребты создают дополнительную массу и должны были бы вызывать положительные аномалии, океанические впадины, наоборот – отрицательные. На самом деле земная кора находится в изостатическом равновесии.

Сила тяжести создаёт фигуру Земли, она является одной из ведущих эндогенных сил. Благодаря ей выпадают атмосферные осадки, текут реки, формируются горизонты подземных вод, создаются склоновые процессы. Силой тяжести объясняется максимальная высота гор. Сила тяжести такова, что она удерживает газовую и водную оболочки планеты.

Шаровая фигура гравитационного поля определяет два основных вида форм рельефа на земной поверхности – конические и равнинные (по Л. П. Шубаеву). Оно отпечатывается на всех телах, которые образуются на Земле. Если тело растёт вниз или вверх, то оно приобретает форму, близкую к конической: горные вершины, дюны, карстовые воронки. Если тело растёт горизонтально, сила тяжести делает его листообразным – дельты, аккумулятивные равнины. Сила тяжести определяет силу поверхностного натяжения, с которой связано поднятие воды вверх и питание корней растений. У живых организмов существует *геотропическая реакция* – стремление ориентироваться в поле силы тяжести.

*Земной магнетизм* (магнитное поле Земли) – свойство Земли, обуславливающее существование вокруг неё магнитного поля, вызываемого процессами, происходящими на границе ядро – мантия. Впервые о том, что Земля – магнит, человечество узнало благодаря работам У. Гильберта. В трактате «О магните, магнитных телах и большом магните – Земле» (1600 г.) Гильберт последовательно рассмотрел магнитные явления.

*Магнитосфера* – область околоземного пространства, заполненная заряженными частицами, движущимися в магнитном поле Земли. Она отделена от межпланетного пространства магнитопаузой. Это внешняя граница магнитосферы. Влияние магнитного поля проявляется в том, что магнитная стрелка компаса устанавливается в направлении магнитных силовых линий. Северный конец стрелки магнитного компаса всегда показывает на магнитный полюс Северного полушария. Плоскость большого круга, в котором устанавливается стрелка компаса, называется *магнитным меридианом*.

Магнитные меридианы не образуют правильной сетки, но сходятся в двух точках – магнитных полюсах Земли. *Магнитный полюс* – область на поверхности Земли, где сходятся магнитные силовые линии. Магнитные полюсы не совпадают с географическими и медленно движутся со скоростью 7–8 км/год. В 1995 г. магнитный полюс Северного полушария находился в точке с координатами 77°30' с. ш. и 102°30' з. д. (в одном из проливов Канадского Арктического архипелага). Магнитный полюс Южного полушария имеет координаты 65° ю. ш. и 139° в. д. и находится у побережья Земли Виктории в Антарктиде, он медленно движется в сторону Австралии. Магнит-

ные полюсы находятся не в диаметрально противоположных точках земного шара. Магнитная ось не проходит через центр Земли, она смещена на 427 км от геометрического центра в сторону Марианской впадины. Ось магнитного поля наклонена под углом  $11,5^\circ$  по отношению к оси вращения Земли.

Магнитное поле характеризуется тремя величинами: магнитным склонением, магнитным наклонением и напряжённостью. *Магнитное склонение* – угол между географическим меридианом и направлением магнитной стрелки. Склонение бывает восточным (+), если северный конец стрелки компаса отклоняется к востоку от географического, и западным (-), когда стрелка отклоняется к западу. Линии одинакового склонения называются *изогонами*, их значение изменяется от 0 до  $180^\circ$ . Нулевая изогона – *агоническая линия* – разделяет западное и восточное склонение, стрелка компаса на ней северным концом показывает на Северный географический полюс.

*Магнитное наклонение* – угол между горизонтальной плоскостью и направлением магнитной стрелки, подвешенной на горизонтальной оси. Наклонение положительное, когда северный конец стрелки смотрит вниз, и отрицательное, если северный конец направлен вверх. Магнитное наклонение изменяется от 0 до  $90^\circ$ . На магнитном полюсе Северного полушария северный конец стрелки компаса направлен перпендикулярно вниз, на магнитном полюсе Южного полушария – перпендикулярно вверх. Линии равных наклонений называются *изоклинами*. Нулевая изоклина – *магнитный экватор* – проходит вблизи географического экватора.

Сила магнитного поля характеризуется напряжённостью. Напряжённость магнитного поля небольшая, составляет на экваторе 20–28 А/м (0,25–0,35 эрстед), на полюсе – 48–56 А/м (0,6–0,7 эрстед). В основе образования магнитного поля лежат внутренние и внешние причины. *Постоянное магнитное поле* образуется благодаря электрическим токам, возникающим во внешнем ядре планеты. Солнечные корпускулярные потоки образуют *переменное магнитное поле* Земли. Наглядное представление о состоянии магнитного поля Земли дают магнитные карты. Магнитные карты составляются на пятилетний срок – *магнитную эпоху*.

*Нормальное магнитное поле* было бы у Земли, если бы она была однородно намагниченным шаром. Места пересечения магнитной оси однородного намагниченного шара с земной поверхностью называются *геомагнитными полюсами*. Геомагнитные поля расположены симметрично относительно центра Земли, так магнитная ось «нормального магнитного поля» проходит через центр Земли. Отклонения реального магнитного поля от нормального называются *магнитными аномалиями*. Они могут быть *мировыми* (Восточно-Сибирский овал), *региональными* (Курская магнитная аномалия) и *локальными*, связанными с близким залеганием к поверхности магнитных пород.

Магнитосфера имеет каплевидную форму. На стороне, обращённой к Солнцу, её радиус равен 10 радиусам Земли, на ночной стороне под влиянием «солнечного ветра» увеличивается до 100 радиусов. Форма обусловлена воздействием солнечного ветра, который, наталкиваясь на магнитосферу Земли, обтекает её. Заряженные частицы, достигая магнитосферы, начинают двигаться по магнитным силовым линиям и образуют *радиационные пояса*. Внутренний радиационный пояс состоит из протонов, внешний пояс образован электронами. У магнитных полюсов высота радиационных поясов уменьшается, здесь возникают области, в которых заряженные частицы вторгаются в атмосферу, ионизируя газы атмосферы и вызывая полярные сияния.

Географическое значение магнитосферы очень велико: она защищает Землю от корпускулярного солнечного и космического излучения. С магнитными аномалиями связан поиск полезных ископаемых. Магнитные силовые линии помогают ориентироваться в пространстве туристам, кораблям. Живые организмы обладают *магнитотропизмом*, они способны ориентироваться в магнитном поле Земли.

### ***Контрольные вопросы и задания***

1. Что относится к планетарным факторам формирования географической оболочки?
2. Как происходит годовое движение Земли? Каковы его основные следствия и значение?
3. Приведите доказательства вращения Земли. Как возникает сила Кориолиса и как она проявляется?\*
4. Раскройте содержание понятий: «солнечное время», «всемирное время», «поясное время», «местное время», «декретное время».\*
5. Как менялись представления о форме Земли? Приведите доказательства шарообразности Земли.\*
6. Каково внутреннее строение Земли?\*
7. Какое влияние на географическую оболочку оказывает гравитационное поле Земли?
8. Какое влияние на географическую оболочку оказывает магнитное поле Земли? Магнитное склонение и магнитное наклонение.\* Значение магнитосферы.

### **2.4. Атмосфера как одна из геосфер географической оболочки: газовый состав, строение, воздушные массы и климатические фронты**

*Атмосфера* – воздушная оболочка Земли, удерживаемая силой притяжения и участвующая во вращении планеты. Сила земного притяжения удерживает атмосферу вблизи поверхности Земли. Наибольшее

давление и плотность атмосферы наблюдаются у земной поверхности, по мере поднятия вверх давление и плотность уменьшаются. На высоте 18 км давление убывает в 10 раз, на высоте 80 км – в 75 000 раз. Нижней границей атмосферы является поверхность Земли. Верхней границей условно принята высота 1000–1200 км. Атмосфера, как и планета в целом, вращается против часовой стрелки с запада на восток. Из-за вращения она приобретает форму эллипсоида, т. е. толщина атмосферы у экватора больше, чем вблизи полюсов. Атмосфера связана с другими геосферами тепловлагообменом. Энергией атмосферных процессов служит электромагнитное излучение Солнца.

**1. Газовый состав атмосферы.** *Атмосферный воздух* – механическая смесь газов, в которой во взвешенном состоянии содержатся пыль и вода. Чистый сухой воздух состоит из 78,09 % азота, 20,95 % кислорода и 0,03 % углекислого газа. Остальные газы: неон, гелий, водород – составляют менее 0,1 %. Процентное соотношение газов сохраняется неизменным до высоты 80–100 км, здесь стирается *гомосфера*. Выше происходит диссоциация (расщепление) молекул газа на атомы под действием ультрафиолетовой корпускулярной радиации Солнца; атмосфера выше 100 км называется *гетеросферой*. До высоты 200–250 км преобладают атомные азот и кислород, до 700 км – атомарный кислород, выше атомарный водород. В верхних слоях атмосферы обнаружено новое соединение – гидроксил ОН. Наличие этого соединения объясняет образование водяного пара на больших высотах в атмосфере. Каждый газ в атмосфере выполняет свою функцию. Основная роль *кислорода* – в дыхании живых организмов, горении, окислении. Кислорода в атмосфере  $10^{15}$  т, 70 % приходится на долю тяжёлого кислорода (изотоп с атомной массой 18), 30 % – на долю лёгкого (изотоп с атомной массой 16). *Азот* входит в состав белков, его соединения обеспечивают минеральное питание растений. Азот определяет скорость биохимических реакций, он играет роль «разбавителя кислорода». Значительная часть азота фиксируется промышленностью. В атмосферу азот поступает при вулканических извержениях, а также как продукт деятельности бактерий.

В земной атмосфере содержатся *инертные газы*: *аргон, неон, гелий, криптон, ксенон*. Гелий – один из наиболее лёгких газов атмосферы, он выделяется из почвы, горных пород. В земном слое воздуха содержание гелия практически постоянно, с высотой его количество возрастает. Гелий постоянно покидает атмосферу и уходит в космическое пространство. *Углекислого газа* ( $\text{CO}_2$ ) в атмосфере немного – 0,03 %, его содержание сильно колеблется. В промышленных центрах, где сжигается много нефтепродуктов, содержание  $\text{CO}_2$  в атмосфере возрастает. Увеличивается его содержание и при вырубке леса, осушении болот, во время активной вулканической деятельности. Отмечено изменение содержания

углекислого газа по сезонам года: зимой количество  $\text{CO}_2$  возрастает, летом – уменьшается. Летнее уменьшение содержания  $\text{CO}_2$  объясняется и деятельностью растений. Углекислый газ – основной материал для построения органического вещества. Задерживает до 18 % теплового излучения Земли.

Углекислый газ вместе с водяным паром вызывает парниковый эффект атмосферы. *Парниковый эффект* – нагрев внутренних слоёв атмосферы, объясняющийся способностью атмосферы пропускать коротковолновое излучение Солнца и не выпускать длинноволновое излучение Земли. Если бы углекислого газа в атмосфере было в два раза больше, средняя температура Земли достигала бы 18 °С, сейчас она равна 14–15 °С.

*Озон* играет важную роль в атмосфере. Его общее количество невелико: при нормальном давлении на уровне моря весь озон занимал бы слой толщиной всего 3 мм. Основная его концентрация наблюдается на высоте 22–25 км, там он образует так называемый озоновый экран – ультрафиолетовый щит Земли. Озон поглощает ультрафиолетовое излучение, которое относится к биологически активному излучению, и смягчает мутации живых организмов. Содержание  $\text{O}_3$  изменяется в течение года и по широтам. Над экватором концентрация  $\text{O}_3$  меньше без заметных колебаний в течение года. В полярных широтах наблюдается максимальная концентрация  $\text{O}_3$ , наибольшее его количество отмечается зимой, наименьшее – летом. В 80-е гг. XX в. учёные зафиксировали уменьшение озона в Антарктиде. Снижение концентрации  $\text{O}_3$  над определёнными районами получило название «озоновых дыр». В отдельные годы размеры «озоновой дыры» над Антарктидой увеличивались, границы её примерно совпадали с территорией, занятой полярной ночью. Затем подобное явление было отмечено и над Арктикой. В последнее время установлено снижение концентрации и в других районах земного шара.

В воздухе много твёрдых частиц, диаметр которых составляет доли микрона. Они являются ядрами конденсации. Без них было бы невозможно образование туманов, облаков, выпадение осадков. С твёрдыми частицами в атмосфере связаны многие оптические и атмосферные явления. Пути поступления их в атмосферу различны: вулканический пепел, дым при сжигании топлива. Космическая пыль приходит из мирового пространства, а также образуется за счёт сгорания метеоритов. В последнее время ядрами конденсации служат промышленные выбросы, продукты радиоактивного распада.

Важной составной частью воздуха является *водяной пар*. Он задерживает 60 % теплового излучения планеты. Количество его во влажных экваториальных лесах достигает 4 %, в полярных районах снижается до 0,2 %. Водяной пар поступает в атмосферу вследствие испарения с поверхности почвы и водоёмов, а также транспирации влаги растениями.

Он является звеном влагооборота, поскольку при определённых условиях конденсируется, образуя облака и осадки. Водяной пар является парниковым газом, вместе с углекислым газом он удерживает большую часть длинноволнового излучения Земли, предохраняя планету от охлаждения. Пары воды уменьшают прозрачность атмосферы и снижают поступление солнечной радиации.

**2. Строение атмосферы.** По температурному режиму и другим свойствам атмосферу подразделяют на несколько слоев: тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера и экзосфера. Два нижних слоя активно участвуют в круговоротах, взаимодействуя с другими геосферами географической оболочки, именно здесь формируются воздушные массы. *Тропосфера* – нижний слой атмосферы, простирается до высоты 18 км на экваторе, 10–12 км в умеренных широтах, 8–9 км в полярных широтах. В ней сосредоточено около 80 % всей массы атмосферы. Она отделяется от стратосферы узким переходным слоем мощностью 1–2 км – тропопаузой. Температура в тропосфере уменьшается в среднем на 0,6 °С на каждые 100 м. Если на поверхности Земли температура равна +15 °С, на верхней границе тропосферы она от –50 до –55 °С. В тропосфере происходят интенсивные горизонтальные (адвекция) и вертикальные (конвекция) перемещения воздуха. Нижний слой тропосферы, примыкающий непосредственно к земной поверхности, называют *приземным слоем*. Физические процессы в этом слое весьма своеобразны: резко выражены суточные и сезонные колебания всех метеоэлементов: температуры, влажности, осадков, ветров. В пятикилометровом слое тропосферы заключено 90 % всего водяного пара, 50 % всего воздуха. Влияние земной поверхности простирается приблизительно до высоты 20 км, а далее нагревание воздуха происходит непосредственно Солнцем. Таким образом, граница ГО, лежащая на высоте 20–25 км, определяется, в том числе, и тепловым воздействием земной поверхности. Физические свойства воздуха тропосферы во многом обусловлены характером взаимодействия с подстилающей поверхностью. Вследствие непрерывного перемешивания воздуха его состав во всей толще тропосферы постоянный. Тропосфера в значительной степени представляет собой продукт живого вещества биосферы.

*Стратосфера* простирается до высот 50–55 км, отделяется от мезосферы стратопаузой. В нижней части стратосферы температура воздуха постоянна, здесь располагается изотермический слой. Начиная с высоты 20 км, температура воздуха повышается, и на верхней границе стратосферы она достигает 0 °С. Повышение температуры объясняется наличием здесь озона, поглощающего солнечную радиацию. В стратосфере происходят интенсивные горизонтальные перемещения воздуха, скорость воздушных витков достигает 300–400 км/ч. Имеет место и вертикальное движение воздуха. Воды в стратосфере мало, только на высоте 22–25 км

образуются перламутровые облака, состоящие из переохлаждённых ледяных капель. В стратосфере содержится менее 20 % воздуха атмосферы. Антропогенное загрязнение фактически исключено, но сюда проникают продукты интенсивных вулканических выбросов, влияющих на космическое излучение. Особенностью стратосферы является озоновый слой.

*Мезосфера* располагается на высотах от 55 до 80–90 км, в этом слое температура воздуха с высотой уменьшается и вблизи верхней границы падает до –80 до –100 °С. В верхней мезосфере на высоте 80 км в сумерки видны серебристые облака. Природа их ещё не изучена, предполагают, что они состоят из смёрзшихся газов.

В *термосфере* температура воздуха быстро растёт с высотой и достигает 1000–1500 °С на высоте 800–1000 км. Рост температуры объясняется поглощением солнечной радиации, вызывающей увеличение скорости движения молекул. Воздух термосферы состоит преимущественно из азота и кислорода. Под действием ультрафиолетовых и космических лучей частицы воздуха в термосфере электрически заряжены, с чем связано возникновение полярного сияния. Термосфера поглощает рентгеновское излучение солнечной короны и способствует распространению радиоволн.

На высотах более 1000 км располагается сфера рассеяния – *экзосфера*. Как показывают расчёты, вследствие поглощения корпускулярного излучения Солнца температура экзосферы может увеличиться до 15000 °С. При такой температуре молекулы лёгких газов развивают скорость до 11200 м/с и покидают сферу притяжения Земли, рассеиваясь в космическом пространстве.

В жизни ГО атмосфера имеет огромное значение. Она является защитным экраном, не пропуская к Земле метеоры и жёсткое солнечное излучение. Благодаря атмосфере амплитуда температур на планете невелика, ночная сторона сильно не остывает, а дневная – не нагревается. Без атмосферы не было бы звука, полярных сияний, облаков и осадков.

**3. Воздушные массы. Атмосферные и климатические фронты.** Неодинаковое поступление солнечной радиации, различная подстилающая поверхность, а в последнее время и деятельность человека обуславливают своеобразие теплооборота, влагооборота и циркуляции атмосферы. Однако на земной поверхности имеются области, где формируется сравнительно однородный по физическим свойствам воздух. Такие однородные объёмы воздуха называются воздушными массами. *Воздушная масса (ВМ)* – крупный объём воздуха тропосферы и нижней стратосферы, обладающий относительно однородными свойствами и движущийся как единое целое в одном из потоков общей циркуляции атмосферы. Размеры воздушной массы сопоставимы с частями материков. Протяжённость – тысячи километров, мощность – 22–25 км. Территории, над кото-

рыми формируются ВМ, называются очагами формирования. Они должны обладать однородной подстилающей поверхностью (суша или море), определёнными тепловыми условиями и временем, необходимым для их образования.

Приход тех или иных ВМ вызывает резкую смену погоды непериодического характера. При трансформации ВМ большое значение имеет скорость движения. Если скорость движения большая, то ВМ дольше сохраняет свои свойства. Следовательно, погода на территории, куда движется ВМ, изменяется значительно. При медленном перемещении она успевает трансформироваться и погода существенно не меняется.

По отношению к температуре подстилающей поверхности ВМ делят на *тёплые* и *холодные*. Тёплая ВМ то перемещается на холодную подстилающую поверхность, то приносит потепление, но сама охлаждается. Холодная ВМ приходит на тёплую подстилающую поверхность и приносит похолодание.

По условиям образования ВМ подразделяют на четыре типа:

- экваториальная;
- тропическая;
- полярная (воздух умеренных широт);
- арктическая (антарктическая).

*Экваториальная ВМ* образуется в низких широтах, характеризуется высокими температурами и большой относительной и абсолютной влажностью в течение всего года. Эти свойства сохраняются не только над сушей, но и над океаном, поэтому их не подразделяют на континентальные и морские. В тёплый период года ЭВМ заходит в субэкваториальный пояс, приносит туда обильные осадки. *Тропическая ВМ* формируется в тропических широтах над материками и океанами. Температура в течение года не опускается ниже 20 °С, относительная влажность невелика, высокое испарение. *Полярная ВМ*, или воздух умеренных широт, образуется в умеренных широтах. Температуры зимой отрицательные, летом положительные, годовая амплитуда температур значительна, абсолютная влажность увеличивается летом и уменьшается зимой, относительная влажность средняя. *Арктическая (антарктическая) ВМ* формируется в полярных широтах над ледяными и снежными поверхностями северных и южных полярных районов. Температуры в течение года отрицательные, абсолютная влажность небольшая.

В каждом типе (кроме ЭВМ) выделяется два подтипа – морской и континентальный. Для *континентального подтипа*, образующегося над материками, характерна большая амплитуда температур и пониженная влажность. *Морской подтип* формируется над океанами, следовательно, относительная и абсолютная влажность у него выше, амплитуды тем-



ператур значительно меньше континентальных, высокая прозрачность. Вторжение арктических ВМ в умеренные широты всегда приносит похолодание летом, а зимой морозы.

ВМ находятся в постоянном движении, при сближении возникают атмосферные фронты. *Атмосферный фронт (АФ)* – узкая переходная зона, разделяющая на значительном протяжении воздушные массы с разными физическими свойствами. Это наиболее динамичные части тропосферы. Здесь происходит самое интенсивное движение воздуха. Ширина фронтальных зон – несколько сотен километров, иногда – тысячи километров, вертикальная мощность – до высоты 20 км. Чаще всего АФ возникают в умеренных широтах, где встречается холодный воздух из высоких широт и тёплый воздух из тропических широт. Фронтальная зона в пространстве изображается фронтальной поверхностью. Фронтальная поверхность наклонена к земной поверхности под углом около 1°. Под фронтальной поверхностью находится более тяжёлый холодный воздух, над ней – более лёгкий тёплый воздух. Пересечение фронтальной поверхности с земной образует *линию фронта*, на ней скачкообразно меняется температура, влажность, облачность, давление, направление и скорость ветра.

АФ подразделяется на:

- тёплый;
- холодный;
- фронт окклюзии.

*Тёплый фронт* возникает тогда, когда тёплая ВМ более активна и перемещается в направлении холодной ВМ. Линия фронта при этом смещается в сторону холодного воздуха. После прохождения тёплого фронта наступает потепление. *Холодный фронт* образуется при наступлении холодной ВМ в направлении тёплой ВМ. Линия фронта перемещается в сторону тёплого воздуха. В атмосфере нередко возникают и более сложные фронты, при смыкании тёплого и холодного фронтов возникают *фронты окклюзии*. Здесь соседствуют два холодных воздуха, тёплый воздух не контактирует с поверхностью, он поднимается вверх. Процесс может развиваться по типу тёплого фронта, если наступающий воздух немного теплее, или по типу холодного, если поступающий холодный воздух холоднее.

*Климатические фронты (КФ)* – средние многолетние, наиболее типичные положения серий атмосферных фронтов, возникающих между типами или подтипами воздушных масс. Главные КФ разделяют типы воздушных масс, вторичные – подтипы воздушных масс. Существует *арктический (антарктический) фронт*, разделяющий арктическую и полярную ВМ, *полярный фронт* – между полярной тропической ВМ, *тропический фронт*, разделяющий тропическую и экваториальную ВМ. Любой

фронт выражен лучше, когда взаимодействующие ВМ резко различаются по своим свойствам. При взаимодействии ВМ, слабо различающихся по физическим свойствам, фронт размывается и порой исчезает.

Некоторые фронты сохраняются в течение всего года, другие обостряются в один из сезонов. Фронты смещаются вслед за Солнцем: в июне занимают крайнее северное (летнее в Северном полушарии) положение, в декабре – крайнее южное (зимнее в Северном полушарии). Анализ положения КФ позволяет сделать вывод, что на Земле существуют зоны, где в течение года господствует только одна ВМ, и зоны, где ВМ меняются по сезонам. Процессы формирования и смещения ВМ, образования фронтов положены в основу генетической классификации климатов *Б. П. Алисова*.

Роль атмосферы в ГО исключительно велика. Атмосфера преобразует поступающую солнечную энергию, поддерживает жизнь на Земле, защищая земную поверхность от охлаждения, и регулирует распределение тепла и влаги. Атмосфера служит щитом против метеоритов, испаряя и сжигая их высоко над Землёй, предохраняет организмы от ультрафиолетовой радиации.

### ***Контрольные вопросы и задания***

1. Раскройте содержание понятия «атмосфера».
2. Охарактеризуйте газовый состав атмосферы.
3. Каково значение озонового экрана?
4. Каково строение атмосферы? Почему в тропосфере температура воздуха уменьшается с высотой, а в стратосфере увеличивается?\*
5. Раскройте содержание понятия «воздушная масса». Перечислите и охарактеризуйте основные географические типы воздушных масс.\*
6. Какие воздушные массы выделяют по отношению к температуре подстилающей поверхности?\*
7. Чем отличается атмосферный фронт от климатического?
8. Какова роль атмосферы в географической оболочке?\*

## **2.5. Теплооборот и влагооборот в атмосфере**

**1. Теплооборот в атмосфере.** Теплооборот обеспечивает тепловой режим атмосферы и зависит от радиационного баланса, т. е. потоков теплоты, приходящих на земную поверхность и уходящих от неё. *Солнечная радиация* – поток электромагнитного излучения, поступающий от Солнца. Количество теплоты, которое получает 1 см<sup>2</sup> чёрной поверхности в 1 мин при перпендикулярном падении солнечных лучей, называется *солнечной постоянной*. Если бы солнечные лучи падали на верхнюю границу атмосферы всюду отвесно, то каждый квадратный сантиметр её

получал бы в год более 4200 кДж. Но Земля имеет форму шара, и солнечные лучи не везде падают отвесно, кроме того, освещается всегда только половина Земли. Количество солнечной радиации зависит от угла падения солнечных лучей и продолжительности освещения. На экваторе солнечная радиация в течение года не испытывает больших колебаний, её годовое значение достигает около 1500 кДж/см<sup>2</sup>. У полюса она приблизительно в три раза меньше и испытывает большие сезонные колебания. Когда солнечная радиация проходит через атмосферу, то испытывает качественные и количественные изменения. Интенсивность напряжения её при перпендикулярном падении солнечных лучей по *закону Бугера–Ламберта* зависит от прозрачности и длины пути луча в атмосфере.

При высоте Солнца 90° солнечный луч проходит одну оптическую массу атмосферы. Интенсивность напряжения зависит только от прозрачности атмосферы:

$$I_1 = I_0 P,$$

где  $I_0$  – солнечная постоянная,  $P$  – прозрачность атмосферы (дробное число, показывающее, какая часть солнечной радиации достигает поверхности земли;  $I_1$  – интенсивность напряжения). При высоте Солнца менее 90° солнечный луч проходит несколько оптических масс, и ослабление увеличивается:  $I_1 = I_0 P^m$ , где  $m$  – число оптических масс. При высоте Солнца 90°  $m = 1$ , при 30°  $m = 2$ , при 5°  $m = 10,4$ .

Коэффициент прозрачности атмосферы зависит от *фактора мутности*, т. е. отношения прозрачности реальной атмосферы к прозрачности идеальной. Он всегда больше единицы и определяется содержанием в атмосфере водяного пара, пыли.

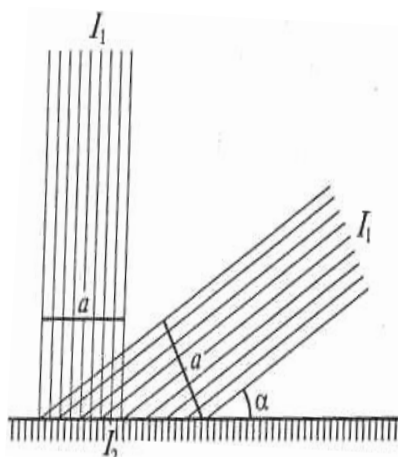
Угол падения солнечных лучей может быть равен 90° только на широтах между тропиками и в определённое время суток. Тропики – это границы зенитального положения Солнца.

На остальных широтах солнечные лучи падают на земную поверхность под углом менее 90°. Интенсивность инсоляции зависит от угла падения солнечных лучей (рис. 7):

$$I_2 = I_1 \sin \alpha,$$

где  $I_2$  – интенсивность инсоляции;  $\alpha$  – угол падения солнечных лучей. Чем меньше угол падения солнечных лучей, тем меньше инсоляция.

Проходя через атмосферу, солнечная радиация претерпевает качественные изменения: она частично поглощается атмосферой (17%), рас-



**Рис. 7.** Зависимость интенсивности инсоляции от угла падения солнечных лучей

сеивается (28 %) и отражается. К поверхности Земли поступает 21 %, в космос уходит 7 %. Та часть радиации, которая поступает к земной поверхности от всего небесного свода, называется *рассеянной радиацией*. С рассеянной радиацией связаны явления сумерек, белых ночей, т. к. после захода Солнца за горизонт верхние слои атмосферы ещё продолжают освещаться. Верхняя граница облаков отражает около 25 % радиации. Следовательно, к земной поверхности в виде потока лучей подходит около 30 % всей солнечной радиации, поступившей на верхнюю границу атмосферы. Это *прямая радиация*. Сумма прямой и рассеянной радиации – *суммарная радиация*. Соотношение между прямой и рассеянной радиацией меняется в зависимости от облачности, запылённости атмосферы и высоты Солнца.

Прямая и рассеянная солнечная радиация имеют суточный и годовой ход. В первой половине дня прямая солнечная радиация нарастает, во второй – уменьшается. Наблюдается два максимума: в 11 и 13 ч, небольшое понижение в 12 часов объясняется повышением влажности воздуха и уменьшением прозрачности атмосферы. Ночью прямая солнечная радиация равна нулю. На разных широтах годовой ход прямой солнечной радиации различен. В умеренных широтах минимальный приход будет наблюдаться в декабре из-за низкого стояния Солнца над горизонтом и короткого дня. Максимальная величина характерна для апреля. Летом увеличивается облачность и влажность воздуха, поэтому происходит некоторое снижение прямой солнечной радиации.

Суточный ход рассеянной солнечной радиации при ясном небе похож на суточный ход прямой радиации: максимальная величина наблюдается в полдень, минимальная – ночью. Облачность оказывает существенное влияние на рассеянную радиацию. При этом незначительно влияют перистые облака, в то время как кучевые и высококучевые рассеивают её очень сильно. Максимум рассеивания происходит при облачности в 8 баллов. При облачном небе рассеянная солнечная радиация может быть больше прямой. При небольшой высоте Солнца преобладает рассеянная радиация, при ясном небе и высоте Солнца  $50^\circ$  она не превышает 10–20 %. В годовом ходе рассеянной радиации в умеренных широтах наблюдается один максимум летом, минимум – зимой, что связано с общим увеличением солнечной радиации летом.

Распределение суммарной радиации по земной поверхности подчинено закону географической зональности. Наибольшая суммарная радиация 840–920 кДж/см<sup>2</sup> в год в тропических широтах Северного полушария, что связано с небольшой облачностью и большой прозрачностью воздуха над этими широтами. На экваторе она уменьшается до 580–670 кДж/см<sup>2</sup> в год вследствие большой облачности, уменьшения прозрачности атмосферы, большой влажности воздуха. В умеренных широтах величина

суммарной радиации составляет 330–500 кДж/см<sup>2</sup> в год; в полярных – 250 кДж/см<sup>2</sup> в год. Поскольку Антарктида имеет большую высоту и характеризуется небольшой влажностью воздуха, суммарная радиация там несколько больше. Таким образом, в июне наибольшие суммы радиации получает Северное полушарие, особенно поверхность тропических пустынь Северного полушария. Суммы радиации умеренных и полярных широт различаются мало вследствие большой продолжительности дня в полярных широтах. У Южного полярного круга в это время величина суммарной радиации приближается к нулю. В декабре наибольшие суммы радиации получает Южное полушарие, однако вследствие океаничности полушария в тропические пустыни поступает меньше радиации, чем в июне на тех же широтах Северного полушария. Поверхность Антарктиды получает больше радиации, чем Арктика в тот же сезон вследствие своего высокого положения. За Северным полярным кругом в это время приход радиации равен нулю.

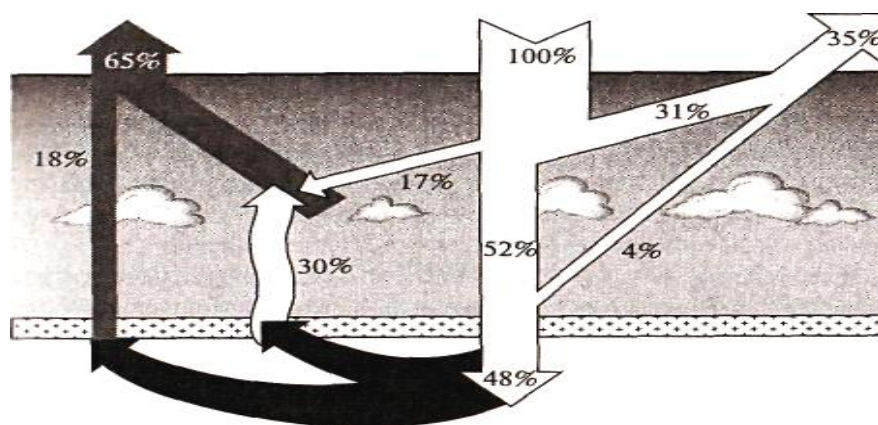
Отношение отражённой радиации к суммарной, выраженное в процентах, называется *альбедо*. Альбедо характеризует отражательную способность поверхности и зависит от её цвета, влажности почвогрунта и других свойств. Наибольшей отражательной способностью обладает свежеснежный снег, он отражает до 90 %. Альбедо песков – 30–35 %, травы – 20 %, лиственного леса – 16–27 %, хвойного – уменьшается до 6–19 %. Чем выше влажность почвогрунта, тем ниже альбедо. Альбедо сухой синей глины равно 23 %, влажной глины – уменьшается до 16 %. Альбедо водной поверхности меняется в зависимости от угла падения солнечных лучей. В низких широтах при перпендикулярном падении лучей альбедо воды равно 5 %, в высоких увеличивается до 80 %. Большое альбедо имеют полярные льды, что является одной из причин низких температур полярных районов (например, альбедо антарктических льдов составляет около 90 %). Альбедо Земли как планеты принимают равным 35 %.

*Радиационный баланс земной поверхности и атмосферы.* Земля одновременно получает радиацию и отдает её. Разность между получаемой и расходуемой радиацией – *радиационный баланс (РБ)*, или *остаточная радиация*. РБ складывается из баланса поверхности и атмосферы. Приход РБ поверхности составляет суммарная радиация и встречное излучение атмосферы, расход – отражённая радиация и земное излучение.

РБ распределяется зонально, уменьшаясь от экватора к полюсам. Наибольший РБ свойственен экваториальным широтам и составляет 420 кДж/см<sup>2</sup> в год, в тропических широтах снижается до 250 кДж/см<sup>2</sup> в год на суше. В умеренных широтах РБ уменьшается до 210–85 кДж/см<sup>2</sup> в год, в полярных широтах его величина приближается к нулю. В экваториальных и тропических широтах месячные и сезонные колебания РБ невелики, и величина его всегда положительна. Поэтому амплитуда температур всего

несколько градусов. Зимой в умеренных и полярных широтах РБ отрицательный, объясняется это небольшим приходом, высоким альбедо снега. Летом каждого полушария РБ положительный даже в приполярных районах из-за увеличения продолжительности освещения. РБ над океанами на всех широтах выше на 40–80 кДж/см<sup>2</sup>, т. к. альбедо воды океана меньше. В течение суток РБ днём положительный, ночью отрицательный. Суммарный радиационный баланс атмосферы и земной поверхности равен нулю, т. е. *Земля находится в состоянии лучистого равновесия.*

*Тепловой баланс земной поверхности и атмосферы.* Из всего потока солнечной радиации, подходящей к Земле, лишь около 30 % составляет остаточная радиация. В ГО она расходуется на нагрев атмосферы, почвы и испарение (рис. 8). *Тепловой баланс (ТБ)* – сумма потоков теплоты, приходящих на земную поверхность в виде радиационного баланса и уходящих от неё. Он складывается из ТБ поверхности и атмосферы. В приходной части ТБ земной поверхности – радиационный баланс, в расходной – затраты теплоты на испарение.



**Рис. 8.** Схема радиационного и теплового баланса (по Н. П. Неклюковой)

Расходуется теплота также на фотосинтез, почвообразование, но эти затраты не превышают 1%. Над океанами больше затраты теплоты на испарение воды, а на материках наблюдается зависимость от увлажнения территории. В экваториальных широтах преобладают затраты теплоты на испарение, в тропических широтах – на нагрев атмосферы. Подобное распределение сказывается на температурном режиме таким образом, что над океанами температура в течение года меняется незначительно, на материках – заметны сезонные колебания температуры.

В тепловом балансе атмосферы приход составляет теплота, выделившаяся при конденсации водяных паров и переданная от поверхности в атмосферу; а расход складывается из отрицательного радиационного баланса. Тепловой баланс земной поверхности и атмосферы одинаковый, т. е. *Земля находится в состоянии теплового равновесия.*

*Тепловой режим земной поверхности и атмосферы.* Земная поверхность нагревается солнечными лучами, а уже от неё нагревается атмосфера. Поверхность, получающая и отдающая теплоту, называется *деятельной поверхностью*. В температурном режиме поверхности выделяется суточный и годовой ход температур. *Суточный ход температур поверхности* – изменение температуры поверхности в течение суток. Суточный ход температур сухой и лишённой растительности поверхности суши характеризуется одним максимумом около 13 часов и одним минимумом – перед восходом Солнца. Максимум температуры связан с максимумом солнечной радиации, который приходится на полуденные часы из-за высокого стояния Солнца. Ночной минимум связан с излучением почвы и большим её охлаждением перед восходом Солнца. В суточном ходе температур над водной поверхностью максимумы и минимумы температуры запаздывают на 2 часа, что объясняется медленным нагреванием и охлаждением воды по сравнению с земной поверхностью. Правильный суточный ход температур поверхности наблюдается в тёплую половину и ясную погоду. Облачность нарушает правильный ход температур поверхности, вызывая смещение максимумов и минимумов, при увеличении облачности в середине дня может начаться понижение температуры поверхности. Дневные максимумы температуры поверхности суши могут достигать 80 °С в тропиках и субтропиках и около 60 °С в умеренных широтах.

Разница между максимальной и минимальной суточной температурой поверхности называется *суточной амплитудой температуры*. Суточная амплитуда температуры поверхности может летом, например, в тропических пустынях Северного полушария достигать 40 °С, зимой амплитуда наименьшая – до 10 °С. В ясную погоду амплитуда суточных температур поверхности больше, чем в облачную. Теплоёмкость, цвет почвы могут повлиять на колебания температуры. Более теплоёмкие почвы медленнее нагреваются и охлаждаются, поэтому колебания температуры уменьшаются. Растительность днём препятствует сильному нагреву, а ночью – охлаждению почвы. Летом в полдень лишённая растительности почва имеет температуру на 8° выше, чем покрытая растительностью. Снежный покров препятствует охлаждению почвы.

*Годовой ход температур поверхности* – изменение среднемесячной температуры поверхности в течение года. Годовой ход температур поверхности обусловлен ходом солнечной радиации и зависит от широты места. Например, в умеренных широтах максимум температур поверхности суши наблюдается в июле, минимум – в январе; на океане максимумы и минимумы запаздывают на месяц.

*Годовая амплитуда температур поверхности* – разница между минимальными и максимальными среднемесячными температурами. Годовая амплитуда поверхности возрастает с увеличением широты места,

что связано с возрастанием колебаний величины солнечной радиации. Наибольших значений годовая амплитуда температур достигает на континентах; на океанах и морских берегах значительно меньше. Самая маленькая годовая амплитуда температур отмечается в экваториальных широтах (2–3 °С), наибольшая – в субарктических широтах на материках и составляет более 60°.

Атмосферный воздух незначительно нагревается непосредственно солнечными лучами, т. к. воздушная оболочка свободно пропускает солнечные лучи. *Атмосфера нагревается от подстилающей поверхности.* В дневные часы почва отдаёт теплоту приземным слоям воздуха. В ночные часы почва её теряет вследствие излучения. Воздух ночью, как более тёплый, отдаёт теплоту почве и сам теряет её за счёт собственного излучения в мировое пространство. Источником нагревания нижних слоёв атмосферы является турбулентный поток теплоты от подстилающей поверхности.

Теплота в атмосферу может передаваться конвекцией, адвекцией и конденсацией водяного пара. *Конвекция* – вертикальное движение воздуха. Слои воздуха, нагреваясь от почвы, становятся более лёгкими и поднимаются вверх, а более холодный и более тяжёлый воздух опускается вниз. В результате тепловой конвекции идёт прогревание более высоких слоёв воздуха. В умеренных широтах тепловая конвекция протекает только в летний сезон, в экваториальных широтах – в течение всего года. Днём конвекция наблюдается на суше, ночью – над водой. *Адвекция* – горизонтальный перенос воздуха. Её роль заключается в передаче теплоты из низких широт в высокие, в зимний сезон тепло передаётся от океанов к материкам. *Конденсация водяного пара* – процесс, осуществляющий передачу теплоты высоким слоям атмосферы.

С высотой температура убывает. Изменение температуры воздуха на единицу расстояния называется *вертикальным температурным градиентом (ВТГ)*, в среднем он равен 0,6° на 100 м. В поднимающемся воздухе температура изменяется адиабатически. *Адиабатический процесс* – процесс изменения температуры воздуха при его вертикальном движении без теплообмена с окружающей средой. Адиабатические процессы наблюдаются при конвекции, подъёме воздуха по склону или по фронтальной поверхности.

Характер распределения температуры воздуха с высотой называется *термической стратификацией*. Она бывает *устойчивой, неустойчивой* и *безразличной*. Устойчивым состоянием атмосферы называют такое состояние, когда любая частица воздуха, выведенная из равновесия, стремится вернуться к первоначальному положению. Неустойчивым состоянием называют такое состояние воздуха в атмосфере, когда частица воздуха, выведенная из равновесия, стремится удалиться от него.



Безразличным состоянием называется такое состояние, когда выведенная из равновесия частица воздуха не возвращается и не удаляется от первоначального положения. Данный вид стратификации наблюдается в том случае, если температура воздуха равна температуре окружающей среды; такой воздух не поднимается и не опускается.

В атмосфере при увеличении высоты температура воздуха закономерно уменьшается, однако в атмосфере существуют слои, на которых наблюдается увеличение температуры. Эти слои называются инверсионными, а процесс увеличения температуры воздуха с высотой – *инверсией*. Большое влияние в этом процессе оказывает подстилающая поверхность.

*Заморозки* – кратковременное понижение температуры воздуха до температуры ниже нуля, когда среднесуточная температура его выше нуля. В умеренных широтах заморозки случаются и в переходные сезоны года, когда ночью температура воздуха опускается ниже нуля. По времени образования бывают заморозки ранне- и поздневесенние (май–июнь) и ранне- и позднеосенние (август–октябрь).

По условиям образования различают *радиационные* и *адвективные* заморозки. Радиационные возникают при интенсивном выхолаживании земной поверхности, а от неё – воздуха ночью. Благоприятными условиями для заморозков являются ясная безветренная погода, сухой воздух, – часто они образуются в котловинах, где застаивается холодный воздух. Адвективные заморозки наблюдаются при вторжении на территорию холодных арктических воздушных масс с температурой ниже нуля, они охватывают большие площади.

*Суточный ход температуры воздуха* – изменение температуры воздуха в течение суток. В целом он отражает ход температуры земной поверхности, но моменты наступления максимумов и минимумов несколько запаздывают, максимум наблюдается в 14 часов, минимум – после восхода Солнца. *Суточная амплитуда температуры воздуха* – разница между максимальной и минимальной температурой воздуха в течение суток. Самая высокая суточная амплитуда температуры в тропических пустынях – до 40°, в экваториальных и умеренных широтах она уменьшается. Суточная амплитуда температуры меньше зимой и в облачную погоду. Над водой она значительно меньше, чем над сушей; над растительным покровом меньше, чем над оголёнными поверхностями.

Годовой ход температуры воздуха определяется, прежде всего, широтой места. *Годовой ход температуры воздуха* – изменение среднемесячной температуры в течение года. *Годовая амплитуда температуры воздуха* – разница между максимальной и минимальной среднемесячной температурой. Выделяют четыре типа годового хода температуры; в каждом типе два подтипа – *морской* и *континентальный*, характеризующиеся различной годовой амплитудой температуры.

В *экваториальном* типе наблюдается два небольших максимума и два небольших минимума. Максимумы наступают после дней равноденствия вследствие зенитального положения Солнца над экватором. В морском типе годовая амплитуда температуры воздуха составляет 1–2 °С, в континентальном – 4–6 °С. Температура воздуха весь год положительная. В *тропическом* типе годового хода температуры выделяется один максимум после дня летнего солнцестояния и один минимум после дня зимнего солнцестояния. В морском подтипе годовая амплитуда температур равна 5 °С, в континентальном 10–20 °С. В *умеренном* также наблюдается один максимум после дня летнего солнцестояния и один минимум после дня зимнего солнцестояния, зимой температуры отрицательные. Над океаном годовая амплитуда составляет 10–15 °С, над сушей увеличивается по мере удаления от океана и составляет на побережье – 10–15 °С, в центре материка – до 60 °С. В *полярном* типе сохраняется один максимум после дня летнего солнцестояния и один минимум после дня зимнего солнцестояния, температура большую часть года – отрицательная. Годовая амплитуда над морем равна 20–30 °С, над сушей – 60 °С.

Географическое распределение температуры воздуха показывается с помощью *изотерм* – линий, соединяющих на карте точки с одинаковыми температурами воздуха. Распределение температуры воздуха подчинено закону зональности. Годовые изотермы в целом имеют субширотное простираение и соответствуют годовому распределению радиационного баланса. Все параллели Северного полушария теплее южных, особенно велики различия в полярных широтах. Антарктида является своеобразным «холодильником» на планете и действует выхолаживающе на Землю. *Термический экватор* – полоса самых высоких годовых температур, располагается в Северном полушарии на широте 10° с. ш. Летом происходит его смещение до 20° с. ш., зимой он приближается к экватору на 5° с. ш. Смещение термического экватора в Северном полушарии связано с тем, что в нём площадь суши, расположенной в низких широтах, больше по сравнению с Южным полушарием; а она в течение года имеет более высокие температуры. Широтное распределение годовых изотерм нарушают тёплые и холодные течения. В умеренных широтах Северного полушария западные берега, омываемые тёплыми течениями, теплее восточных берегов, вдоль которых проходят холодные течения. Следовательно, изотермы у западных берегов изгибаются к полюсу, у восточных берегов – к экватору.

На карте летних температур изотермы располагаются субширотно. Летом материка больше прогреты, изотермы над сушей изгибаются в сторону полюсов. На карте зимних температур изотермы значительно отклоняются от параллелей. Над океанами они далеко продвигаются к высоким широтам, образуя «языки тепла»; над сушей изотермы отклоняются к экватору. Изотерма 0 °С в Северной Америке проходит по 40 с. ш.,

у берегов Европы – по 70° с. ш. Отклонение изотерм, например у берегов Норвегии, обусловлено влиянием мощного тёплого Северо-Атлантического течения (Гольфстрим) и западных ветров.

Средняя годовая температура Северного полушария +15,2 °С, а Южного +13,2 °С. Минимальная температура, зарегистрированная в Северном полушарии, –77 °С (пос. Оймякон) и –68 °С (г. Верхоянск). В Южном полушарии минимальные температуры гораздо ниже; на станциях «Советская» и «Восток» была отмечена температура –89,2 °С. Самые высокие температуры наблюдаются в пустынях тропического пояса, в Ливийской пустыне, в Триполи (Северная Африка), +58 °С; в Калифорнии, в долине Смерти (Северная Америка), отмечена температура +56,7 °С.

Материки и океаны влияют на распределение температур, об этом говорят карты изаномал. *Изаномалы* – линии, соединяющие точки с одинаковыми аномалиями температур. Аномалии представляют собой отклонения фактических температур от среднеширотных норм. Они бывают положительные и отрицательные. Положительные аномалии наблюдаются летом над прогретыми материками, над Азией температура выше среднеширотных показателей на 4 °С. Зимой положительные аномалии имеют место над тёплыми течениями. Так, например, над тёплым Северо-Атлантическим течением у берегов Скандинавии температура выше нормы на 28 °С. Отрицательные аномалии ярко выражены зимой над охлаждёнными материками и летом – над холодными течениями. Например, в Оймяконе зимой температура на 22 °С ниже нормальной.

**2. Влагооборот в атмосфере.** *Влагооборот* – непрерывный процесс перемещения воды действием солнечной радиации и силы тяжести. Благодаря влагообороту в атмосфере возникают облака, на землю выпадают осадки. Выделяют:

- малый влагооборот;
- большой влагооборот;
- внутриматериковый влагооборот.

*Малый влагооборот* наблюдается над океаном, где взаимодействуют атмосфера, гидросфера, в процессе участвует живое вещество, благодаря испарению в атмосферу поступает водяной пар, образуются облака, и осадки выпадают над океаном. В *большом влагообороте* взаимодействуют атмосфера, литосфера, гидросфера и живое вещество. Испарение и транспирация с поверхности океана и с суши обеспечивают поступление водяного пара в атмосферу. Облака, попадая в потоки общей циркуляции атмосферы, переносятся на значительные расстояния, и осадки могут выпасть в любой точке на поверхности Земли. *Внутриматериковый влагооборот* характерен для областей внутреннего стока. Глобальный влагооборот Земли находит своё выражение в *водном балансе* Земли. Основные звенья влагооборота в атмосфере:

- испарение;
- образование облаков;
- выпадение осадков.

*Испарение и испаряемость.* Водяной пар поступает в атмосферу в результате испарения с поверхности суши и океана, а также транспирации растений. Испарение происходит при любой температуре, но при повышении температуры скорость его возрастает. *Испарение* – процесс перехода воды из жидкого состояния в газообразное. Одновременно идёт обратный процесс: водяной пар переходит в жидкость, испарение идёт тогда, когда первый процесс преобладает. На Земле на испарение затрачивается огромное количество теплоты – 25 % всей солнечной энергии, достигающей поверхности Земли.

*Интенсивность испарения* определяется количеством воды в граммах, испаряющимся с 1 см<sup>2</sup> поверхности в 1 с. Скорость испарения увеличивается с ростом температуры, дефицита влажности, скорости ветра и с уменьшением давления. Зависимость испарения от метеорологических условий выражается *формулой Дальтона*:

$$W = a(E - e)/p,$$

где  $W$  – скорость испарения, г/(см<sup>2</sup> × с);  $a$  – коэффициент, зависящий от скорости ветра;  $(E - e)$  – дефицит влажности;  $p$  – давление.

Скорость испарения с поверхности морей и океанов немного меньше по сравнению со скоростью испарения с поверхности пресноводных водоёмов, т. к. испарение с поверхности морей и океанов идёт не из чистой воды, а из раствора. Особой сложностью отличается испарение с суши. Глинистые почвы испаряют больше влаги, чем песчаные. Тёмные почвы теряют влаги больше, чем светлые. На вершинах холмов, где скорость ветра больше, испарение идёт быстрее. Растительный покров предохраняет почву от нагревания солнечными лучами, увеличивает влажность воздуха, что заметно снижает испарение. Суточный ход испарения параллелен суточному ходу температур. Наибольшее испарение наблюдается в середине дня, наименьшее – ночью. В годовом ходе испарения максимум приходится на лето, минимум наблюдается зимой. Величина испарения распределяется зонально по поверхности Земли. Максимальное испарение наблюдается в тропических широтах над океанами – 3 000 мм/год, на суше величина испарения в тропических пустынях резко сокращается до 100 мм/год. На экваторе над сушей и над океаном величина испарения примерно одинакова – 1500–2 000 мм/год. В лесной зоне умеренных широт испарение составляет 600 мм/год, в пустынях уменьшается до 100 мм/год. Минимальное испарение характерно для полярных широт – 100 мм/год.

*Испаряемость* – максимально возможное испарение при ограниченных запасах воды. Испарение и испаряемость совпадают над океанами, над сушей испарение всегда меньше испаряемости. Максимальная ис-

паряемость характерна для суши тропических широт: 2500–3000 мм/год в Северном полушарии, 2000 мм/год в Южном. В экваториальных широтах она равна 1500 мм/год, в умеренных широтах – 450–600 мм/год, в полярных широтах – менее 200 мм/год.

*Конденсация водяного пара.* Поднимаясь вверх, водяной пар достигает уровня конденсации и переходит в жидкое состояние. Высота, на которой воздух достигает предела насыщения, называется *уровнем конденсации*. Кроме испарения в воздухе может происходить *сублимация* – процесс перехода водяного пара в твёрдое состояние, минуя жидкую фазу. Такое явление происходит при температуре около – 10 °С.

Конденсация начинается при достижении температуры точки росы и при наличии ядер конденсации. Охлаждение воздуха до точки росы наблюдается при соприкосновении воздуха с холодной земной поверхностью, вследствие непосредственного излучения тепла или при адиабатических процессах. Конденсация может происходить на поверхности Земли и в атмосфере. В первом случае образуются гидрометеоры, во втором – облака и туманы. *Гидрометеоры* – продукты конденсации, образовавшиеся при непосредственном контакте водяного пара с земной поверхностью. К ним относятся роса, иней, изморозь. *Роса* – капельки воды, образующиеся в летнее время года, когда поверхность охлаждается до точки росы, но не до отрицательной температуры. Водяной пар при соприкосновении с холодными предметами (трава, почва) конденсируется, и образуется роса. Днём роса испаряется. *Иней* – твёрдый белый осадок, появляющийся в случае заморозков на почве. При этом водяной пар, соприкасаясь с холодной поверхностью, имеющей отрицательную температуру, сублимируется на ней в виде кристаллов. Благоприятными условиями для образования росы и инея служит малая облачность, котловинность рельефа и продолжительность ночей. Поэтому наиболее обильные росы наблюдаются во второй половине лета и в начале осени, когда абсолютная влажность воздуха велика, и ночное выхолаживание почвы значительно. *Изморозь* – белый, рыхлый, легко осыпавшийся осадок, образующийся зимой в туманную погоду на деревьях, проводах, а также при соприкосновении водяного пара с предметами. Толщина изморози около 1 см, опасности не представляет. Гололёд представляет собой особый тип осадков. *Гололёд* – слой гладкого прозрачного льда на земле, деревьях, мощность его может достигать 1 м. Образуется зимой при выпадении переохлаждённого дождя. При гололёде увеличивается число дорожных происшествий, в воздухе происходит обледенение самолётов. От гололёда следует отличать *гололедицу* – явление подмораживания воды и мокрого снега ночью после оттепели.

*Туманы. Облака.* В результате процессов конденсации водяного пара в атмосфере происходит образование туманов и облаков. Туманы возникают в приземном слое воздуха, облака – в свободной атмосфере.

*Туман* – скопление в приземном слое атмосферы капелек воды или кристаллов льда, понижающих горизонтальную видимость до 1 км. Размеры капелек в тумане колеблются от 2 до 100 мкм (1 мкм =  $10^{-6}$  м). Менее плотная взвешенная в воздухе система капель, при которой горизонтальная видимость больше 1 км называется *дымкой*. В дымке капельки имеют меньшие размеры. Если в воздухе скапливаются продукты горения, образуется *мгла*. Туман может образоваться как при положительных, так и при отрицательных температурах. По условиям образования туманы делятся на туманы охлаждения, испарения и городские туманы. *Туманы охлаждения (радиационные)* образуются в результате радиационного охлаждения поверхности, а от неё и воздуха, обычно ночью в малооблачную погоду. Летом они образуются в долинах рек, в днищах балок, где влажность выше, а температура воздуха падает гораздо быстрее, чем на холмах. С восходом Солнца такие туманы быстро разрушаются. Зимой и осенью, когда охлаждение может продолжаться круглые сутки, такие туманы распространяются на большие площади. *Адвективные туманы* появляются в результате вторжения тёплой воздушной массы на холодную подстилающую поверхность. Такие туманы могут сохраняться несколько суток. Наблюдаются они и на границе тёплых и холодных океанических течений (район Ньюфаундлендской банки), на морских побережьях – в зимнее время при перемещении более тёплого воздуха с моря. *Туманы испарения* возникают при наличии более тёплой поверхности по сравнению с воздухом. Пары воды при поступлении воздуха охлаждаются и конденсируются. Зимой туманы испарения появляются над открытыми водными пространствами – водопадами, тёплыми течениями. *Городские туманы (смог)* – туманы, смешанные с дымом и газами. Они характерны для крупных промышленных районов, городов с большим количеством автомашин. Выделяют влажный Лондонский (туман с продуктами горения), сухой Лос-Анджелесский (выхлопы автомашин) и Аляскинский (ледяной) смог.

Туманы имеют суточный и годовой ход. Минимум повторяемости туманов наблюдается днём, максимум – ночью и утром. В годовом ходе над континентами максимум образования туманов характерен для зимнего сезона, над океанами – для весны, когда поверхность океанов наиболее холодная. Наиболее часты туманы в Арктике (до 80 дней); в умеренных широтах наибольшее число дней с туманами наблюдается около острова Ньюфаундленд (80 дней), над Курильскими островами (40 дней); над сушей в умеренных широтах повторяемость дней с туманами небольшая – 10–20 дней, в центрах материков ещё меньше. В тропических широтах у западных берегов материков отмечали до 40 дней с туманами; в пустынях, в центре материков, до 5 дней.

*Облака* – видимое скопление продуктов конденсации в виде капелек воды и кристаллов льда на некоторой высоте в атмосфере. Капельки и кристаллы в облаке имеют очень маленькие размеры, они удерживаются восходящими потоками воздуха. Облака переносятся воздушными потоками на большие расстояния. Нижняя граница облаков определяется уровнем конденсации, верхняя – уровнем конвекции и может находиться на высоте до 20 км.

В 1929–1932 гг. Международной облачной комиссией была разработана международная классификация облаков, в её основу положены признаки – внешний вид, форма облаков. Существует атлас облаков. По высоте образования облака делятся на четыре семейства, каждое семейство – на виды облаков.

*Облака верхнего яруса* появляются на высоте выше 6 км. К ним относятся перистые, перисто-кучевые, перисто-слоистые облака. Это тонкие, белые, высоко расположенные облака, имеющие вид перьев, волн. Лежат они на высоте 7–10 км в умеренных широтах и до 18 км в тропиках. Состоят в основном из кристаллов льда. Осадки из облаков верхнего яруса не выпадают.

На высотах от 2 до 6 км образуются *облака среднего яруса* – высококучевые и высокослоистые. Высококучевые выглядят как небольшие белые «барашки», высокослоистые представляют собой пелену серого цвета. Состоят из капелек воды и кристаллов льда. Зимой в умеренных широтах из них могут выпадать осадки в виде снега, а в высоких широтах – круглый год.

К *облакам нижнего яруса*, образующимся на высоте ниже 2 км, относятся слоистые, слоисто-кучевые, слоисто-дождевые. Слоистые облака выглядят как сплошная пелена серого цвета. Слоисто-кучевые облака состоят из крупных волн тёмно-серого цвета, разделённых светлыми участками. Слоисто-дождевые облака образуют сплошной слой тёмно-серого цвета. Образованы капельками воды. Осадки из них выпадают в виде обложных или морозящих дождей.

Четвертое семейство образуют *облака вертикального развития*, могут достигать высоты 18 км. К ним относятся кучевые и кучево-дождевые облака. На небе появляются клубы, гряды белого или тёмно-синего цвета. Кучевые облака образованы капельками воды, кучево-дождевые – капельками и кристаллами льда. Осадки из кучево-дождевых облаков выпадают в виде ливней.

По агрегатному состоянию облака могут быть *водяными, ледяными и смешанными*. Ледяными бывают облака верхнего яруса, смешанными – среднего яруса, водяными – нижнего яруса.

По происхождению выделяют облака конвективные, восходящего скольжения, волнистые и турбулентного перемешивания. Облака тер-

мической конвекции (*конвективные*) образуются при подъёме тёплого влажного воздуха в результате нагрева поверхности. Облака динамической конвекции формируются при подъёме воздуха по склону горы. Так образуются кучевые и кучево-дождевые облака. *Волнистые облака* возникают, если в атмосфере инверсионный слой располагается на уровне конденсации. Образуются высококучевые, слоисто-кучевые и перисто-кучевые облака, в понижениях облакообразования не происходит. На небе появляются полосы облаков, которые следуют друг за другом, разделяются полосами голубого неба. *Облака восходящего скольжения* появляются при движении тёплого воздуха по фронтальной поверхности и постепенном его охлаждении. Облачность развивается в виде сплошной полосы. К этой группе относятся слоисто-дождевые, высокослоистые, перисто-слоистые и перистые облака. Слоистые облака являются *облаками турбулентного перемешивания* и образуются при соприкосновении воздуха с холодной подстилающей поверхностью. Могут возникать из туманов.

Степень покрытия неба облаками называется *облачностью* (выражается в баллах). Если всё небо покрыто облаками, то облачность 10 баллов, если небо ясное – 0 баллов. В суточном ходе облачности над сушей обнаруживаются два максимума – ранним утром и после полудня. Ночное понижение температуры и увеличение относительной влажности способствуют образованию слоистых облаков с утром, после полудня благодаря развитию конвекции появляются кучевые облака. Над океанами максимум облачности приходится на ночь, минимум – на дневное время.

Годовой ход облачности разнообразен. На экваторе облачность в течение года существенно не меняется и является высокой. В областях с муссонным типом климата максимум приходится на лето. В умеренных широтах и на западных побережьях максимум зимой, на восточных – летом. В полярных широтах максимум облачности наблюдается летом. Распределение облачности на Земле подчинено закону зональности. В экваториальных широтах: на суше – 5–6 баллов, над океаном до 7 баллов, развиты конвективные облака. В пустынях тропических широт облачность очень мала – 2–4 балла, в умеренных и полярных широтах может достигать 6–7 баллов. При увеличении широты возрастает доля облаков восходящего скольжения. Для Земли в целом облачность составляет 6 баллов.

*Атмосферные осадки* – капли и кристаллы, выпавшие на земную поверхность из атмосферы. Капли и кристаллы в облаке имеют малые размеры, их удерживают восходящие токи воздуха. Чтобы капли начали расти, необходимо присутствие в облаке капель разных размеров. Если в облаке присутствуют капли разных размеров, начинается перемещение водяного пара к более крупным каплям и их рост. Рост капель может наблюдаться и при столкновении друг с другом. Благоприятным условием для образования осадков является наличие в облаке кристаллов льда и капелек воды.



По агрегатному состоянию выделяют *жидкие, твёрдые* и *смешанные* осадки. К жидким осадкам относятся *дождь* и *морось*. Капли дождя имеют диаметр от 0,05 до 7 мм, максимальный размер капли – 9,4 мм. Капли диаметром до 0,5 мм образуют *морось*.

К твёрдым осадкам относятся *снежная* и *ледяная крупа, снег и град, ледяные иглы*. Снежинки – это шестигранные кристаллы. Иногда снег выпадает в виде больших хлопьев, они достигают в поперечнике 1 см и более. Снежная крупа – мягкие непрозрачные крупинки сферической формы белого цвета до 2–5 мм. Ледяная крупа – круглые ледяные частички, сверху прозрачные, внутри могут иметь белое непрозрачное ядро. Град – кусочки льда разных форм и размеров, образуются в кучево-дождевых облаках. Град имеет вид плотного льда размером от горошины до кусков диаметром 30 см. Масса градин может достигать 1 кг. *Так, в январе 2000 г. в Испании выпали градины массой до 4 кг и диаметром 20 см.* Условия возникновения града – большая влажность облака и обледенение его вершины. Капли воды с воздушными потоками поднимаются в слои с отрицательной температурой, начинают расти кристаллы льда. При достижении определённого размера кристаллы опускаются в слои с положительной температурой и сверху покрываются плёнкой воды. Такой процесс происходит неоднократно, поэтому градина в разрезе имеет слоистое строение.

Иногда на поверхность земли выпадают необычные осадки. Бывают белые, красные, чёрные дожди. Их цвет зависит от цвета ядер конденсации: чёрный цвет придаёт дождям вулканический пепел, красный – микроводоросли.

По характеру выпадения атмосферные осадки подразделяют на *ливневые, обложные* и *морозящие*. Ливневые осадки характеризуются большой интенсивностью (больше 1 мм/мин), малой продолжительностью и охватывают небольшие площади. Отмечены отдельные ливни интенсивностью до 38 мм/мин. Обложные осадки характеризуются меньшей интенсивностью (0,1–1 мм/мин), большей продолжительностью и охватывают большие площади. Морозящие осадки имеют самую малую интенсивность. Как и обложные, они распространены на большой площади и являются продолжительными. В умеренных широтах отмечено приблизительно 56 % обложных осадков, 14 % ливневых и 30 % морозящих. Интенсивность выпадения осадков – это слой воды (мм), образующийся за 1 мин.

По происхождению осадки могут быть *внутримассовыми (конвективными)* и *фронтальными*. Внутримассовые формируются в одной воздушной массе при развитии конвекции в результате нагрева поверхности или при подъёме по склону гор. Фронтальные – при соприкосновении двух разнородных воздушных масс.

Осадки по земной поверхности распределены зонально. Наглядное представление об их распределении даёт карта *изогиет* – линий, соединяющих на карте точки с одинаковым количеством осадков. Максимальное количество осадков выпадает в областях пониженного давления с восходящими потоками воздуха: в экваториальных 1500–2000 мм в год и в умеренных – до 1000 мм в год. На экваторе осадки внутримассовые, объясняются термической конвекцией и неустойчивой стратификацией воздуха. В умеренных широтах осадки в основном фронтальные, образуются на фронтах при движении атмосферных вихрей – циклонов. Минимальное количество осадков характерно для областей с повышенным давлением и нисходящими токами воздуха. В тропических широтах количество осадков составляет 100–200 мм в год (кроме восточных побережий, где рядом проходят тёплые течения), в полярных широтах над ледяными щитами Антарктиды и Гренландии выпадает до 100 мм осадков в год. Абсолютный максимум осадков приходится на предгорья Гималаев (Черрапунджи – 12 660 мм), Северо-Западных Анд (Колумбия – 11 770 мм), Гавайские острова (около 12 000 мм). Минимум осадков характерно для пустынь западных побережий – Атакама (Южная Америка), Намиба (Африка) – 1 мм.

Выделяют четыре *типа годового хода осадков*. Для *экваториального* типа характерно практически равномерное выпадение осадков в течение года с двумя небольшими максимумами после дней равноденствия, общее количество их 1 500–2 000 мм. В *муссонном* типе годового хода осадков наблюдается один абсолютный летний максимум осадков, зимой осадков мало. Количество осадков в тропических широтах равно 1500 мм, во внетропических широтах оно уменьшается до 1000–700 мм. *Средиземноморский* тип отличается зимним максимумом, связанным с активизацией полярного фронта. Летом при господстве тропической воздушной массы количество осадков резко уменьшается. В этом типе общее количество осадков уменьшается от 1000 мм на западных побережьях материков до 300 мм внутри континента. В умеренном типе выделяется два подтипа – морской и континентальный. В *умеренном морском* подтипе наблюдается практически равномерное выпадение осадков в течение года с большим зимним максимумом; общее количество – 1000–700 мм. Зимний максимум осадков связан с усилением циклонической активности в зимний сезон. В *умеренном континентальном* подтипе отмечается летний максимум осадков, количество зимних осадков немного меньше. Летний максимум осадков объясняется увеличением абсолютной влажности воздуха при повышении температур.

*Снежный покров*. В зимний период в умеренных и в полярных широтах весь год осадки выпадают в виде снега. Снежный покров характеризуется высотой и плотностью. Высота снежного покрова измеряется

в сантиметрах или метрах и зависит от количества осадков, плотности снега, рельефа местности. В горах мощность снежного покрова может достигать нескольких метров, например в горных долинах Скандинавии мощность снежного покрова равна 5 м. Плотность снега определяется отношением его массы к объёму. Свежевыпавший снег имеет плотность 0,4–0,04 г/см<sup>3</sup>. В весеннее время она возрастает до 0,7 г/см<sup>3</sup>. Плотность снега возрастает при образовании оттепельных корок или под воздействием ветра.

Снежный покров обладает малой теплопроводностью и хорошо предохраняет почву от промерзания. Установлено, что под снегом температура почвы может быть на 15–16 °С выше. Суточная амплитуда температуры на поверхности снега достигает 30°, на поверхности почвы под снегом – 0,3°. Снег отражает большой процент солнечных лучей. Альbedo свежевыпавшего снега равно 90–95 %. Из-за высокого альbedo снег способствует понижению температур приземных слоёв воздуха, особенно в ясную погоду. Снежный покров, сохраняющийся в течение месяца, называется *устойчивым*. На Крайнем Севере он сохраняется 8–9 месяцев, на Черноморском побережье около 40 дней. В Северном полушарии площадь снежного покрова зимой достигает 100 млн км<sup>2</sup>, к концу лета она сокращается до 47 млн км<sup>2</sup>. Общая площадь покрытых снегом территорий (вместе со снежным покровом Южного полушария и морскими льдами) равна 105 млн км<sup>2</sup> или 21 % поверхности Земли.

### *Контрольные вопросы и задания*

1. Раскройте содержание понятия «солнечная радиация». Каковы закономерности её распределения в атмосфере и на поверхности Земли?
2. Перечислите и охарактеризуйте виды солнечной радиации.\*
3. Каков суточный ход рассеянной солнечной радиации?
4. Как распределяется суммарная солнечная радиация по поверхности Земли?\*
5. Как происходит распределение радиационного баланса?
6. Дайте определение теплового баланса и теплового режима земной поверхности и атмосферы.\*
7. Дайте определение понятиям «конвекция», «адвекция», «инверсия».\*
8. Каковы суточный и годовой ход температуры воздуха? Типы годового хода температур воздуха.
9. Охарактеризуйте малый и большой влагообороты.
10. Раскройте содержание понятий «испарение» и «испаряемость». Чем они отличаются? От чего зависит интенсивность испарения?\*
11. Что является результатом конденсации водяного пара?\*
12. Перечислите и охарактеризуйте виды туманов и облаков.\*

13. Какие существуют виды атмосферных осадков по агрегатному состоянию, характеру выпадения, происхождению?\*

14. Каковы закономерности распределения атмосферных осадков по земному шару? Типы годового хода осадков.

15. Приведите характеристики снежного покрова.

## 2.6. Циркуляция атмосферы. Погода и климат

**1. Циркуляция атмосферы.** В атмосфере формируются воздушные потоки разного масштаба. Они могут охватывать весь земной шар или воздействовать только на ограниченном участке территории. Воздушные потоки способствуют перераспределению тепла и влаги между низкими и высокими широтами, заносят влагу в глубь континента.

По площади распространения выделяют ветры *общей циркуляции атмосферы, ветры циклонов и антициклонов, местные ветры*. Главной причиной образования ветров является неравномерное распределение давления по поверхности планеты.

*Давление.* Атмосфера оказывает давление на земную поверхность. Давление на каждый квадратный сантиметр поверхности на уровне океана равно 1033,3 г. *Нормальное атмосферное давление* – вес атмосферного столба сечением 1 см<sup>2</sup> на уровне океана при 0 °С на 45° широты. Оно уравнивается столбиком ртути в 760 мм. Нормальное атмосферное давление равно 760 мм ртутного столба или 1013,25 мб (миллибар). Давление в СИ измеряется в паскалях. Нормальное атмосферное давление равно 1013,25 гПа. Давление с высотой понижается, т. к. уменьшается мощность вышележащего слоя атмосферы. Расстояние в метрах, на которое необходимо подняться или опуститься, чтобы атмосферное давление изменилось на 1 мб, называется *барической ступенью*. Её величина зависит от температуры: с повышением температуры она увеличивается на 0,4 %. Изменение давления на единицу расстояния (за единицу расстояния принимается 100 м) – *вертикальный барический градиент*.

Давление изменяется в результате его оттока из одного места и притока в другое, т. е. за счёт перемещения. Движение воздуха обусловлено изменением плотности воздуха (г/см<sup>3</sup>), возникающим в результате неравномерного нагрева поверхности. Изменение давления в атмосфере показывается с помощью изобарических поверхностей. В области повышенного давления эти поверхности обращены выпуклостью вверх, а в области пониженного давления – выпуклостью вниз. На земной поверхности давление показывается с помощью *изобар* – линий, соединяющих точки с одинаковым давлением. Изобары могут образовывать замкнутые (барические максимумы и минимумы) и незамкнутые системы (бариче-

ские гребень, ложбина). *Барический минимум* – система замкнутых изобар с пониженным давлением в центре, *барический максимум* – система замкнутых изобар с повышенным давлением в центре. *Барический гребень* – полоса повышенного давления от барического максимума внутри поля пониженного давления. *Барическая ложбина* соответствует полосе пониженного давления от барического минимума внутри поля повышенного давления.

Изменение давления имеет суточный и годовой ход, который зависит от нагрева подстилающей поверхности. Суточный ход имеет один максимум ночью и минимум – днём. В годовом ходе над сушей максимум наблюдается зимой, минимум – летом, над океаном, наоборот.

Распределение давления по земной поверхности подчинено закону зональности. На экваторе в течение года располагается пояс пониженного давления – экваториальная депрессия. В июле депрессия перемещается в Северное полушарие на  $15\text{--}20^\circ$  с. ш., в декабре – в Южное на  $5^\circ$  ю. ш. В тропических широтах давление в течение года повышенное, зимой над океанами и над сушей возникает сплошной пояс повышенного давления, летом повышенное давление сохраняется только над океанами, над сушей оно уменьшается, возникают термические депрессии. В умеренных широтах Северного полушария летом формируется сплошной пояс пониженного давления, зимой над материками из-за сильного охлаждения поверхности возникают барические максимумы. В Южном полушарии в умеренных и субполярных широтах над водой весь год существует полоса пониженного давления. В полярных широтах, над ледяными щитами Антарктиды и Гренландии, давление в течение года повышенное. Таким образом, существуют территории, над которыми весь год давление сохраняется постоянным, над ними формируются *постоянные* барические системы. На экваторе это экваториальная депрессия. В тропических и субтропических широтах формируется пять барических максимумов над океанами: Северо-Тихоокеанский, Северо-Атлантический, Южно-Тихоокеанский, Южно-Атлантический, Южно-Индийский. В умеренных широтах Северного полушария весь год существуют два барических минимума – Алеутский и Исландский, в Южном полушарии – Приантарктический пояс пониженного давления, в полярных широтах – два барических максимума: Антарктический и Гренландский.

Кроме постоянных существуют сезонные барические системы. Они образуются в случае, когда давление по сезонам изменяет знак на обратный. Тогда на месте барического максимума возникает барический минимум и наоборот. К сезонным барическим системам относятся: летний Южно-Азиатский минимум с центром около  $30^\circ$  с. ш., зимний Азиатский максимум с центром над Монголией. В Северной Америке – летний Мексиканский минимум, Северо-Американский и Канадский миниму-

мы, образующиеся зимой. Все барические системы оказывают влияние на воздушные течения, погоду и климат значительных территорий. Их называют *центрами действия атмосферы*.

*Ветер*. Движение воздуха в горизонтальном направлении из областей высокого давления в области низкого давления называется *ветром*. Характеристиками ветра являются: скорость, сила и направление. *Скорость* – расстояние, которое проходит воздух за единицу времени, выражается в м/с, км/ч. *Сила ветра* – давление, оказываемое воздухом на площадку в  $1 \text{ м}^2$ , расположенную перпендикулярно движению, определяется в  $\text{кг/м}^2$  или в баллах по шкале Бофорта (0 баллов – штиль, 12 баллов – ураган). Сила ветра зависит от скорости и выражается формулой:

$$F=0,25v^2,$$

где  $F$  – сила ветра;  $v$  – скорость ветра.

Скорость ветра определяется *горизонтальным барическим градиентом* – изменением давления на единицу расстояния в сторону уменьшения давления и перпендикулярно изобарам. Максимальные скорости ветра зафиксированы в Антарктиде – до 90 м/с. Максимальная скорость ветра в приземном слое воздуха наблюдается в 13–14 часов, минимальная – в ночные часы. В более высоких слоях атмосферы суточный ход скорости ветра обратный. Такое движение воздуха объясняется изменением интенсивности вертикального обмена в атмосфере в течение суток. Средняя скорость ветра у земной поверхности равна 5–10 м/с. Зимой скорость ветра возрастает из-за уменьшения трения над снежным покровом, летом скорость ветра становится меньше.

*Направление ветра* определяется той точкой горизонта, откуда дует ветер, оно выражается в румбах или азимутом. Румб – направление к точке видимого горизонта относительно сторон света. Главные румбы – север, юг, восток и запад. Азимут в градусах отсчитывается от севера по часовой стрелке. Наглядное представление повторяемости ветров определённых направлений даёт диаграмма «роза ветров» (рис. 9), которая показывает, какие ветры преобладали на данной территории за определённый промежуток времени (месяц, полугодие, год). Направление ветров, их величину необходимо знать при планировании улиц, размещении промышленных предприятий, имеющих большие дымовые трубы.

Движение воздуха при отсутствии силы трения называется *градиентным ветром*.

Все ветры на земном шаре делятся на:

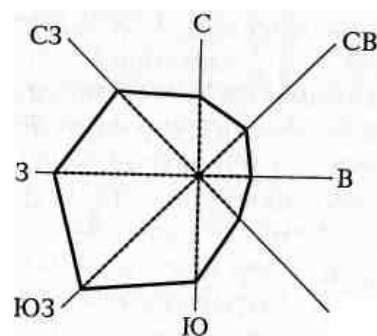


Рис. 9. Роза ветров

- ветры общей циркуляции атмосферы (ОЦА);
- ветры циклонов и антициклонов;
- местные ветры.

*Общая циркуляция атмосферы* – система воздушных потоков планетарного масштаба, охватывающих тропосферу и нижнюю стратосферу. Все крупномасштабные воздушные течения являются наиболее устойчивыми потоками. В циркуляции атмосферы выделяют *зональные* и *меридиональные переносы*.

К зональным переносам относятся:

- западный перенос, господствующий на всей планете в верхней тропосфере и нижней стратосфере;
- восточные ветры – в нижней тропосфере в полярных широтах;
- в умеренных широтах – западные ветры, в тропических и экваториальных широтах – восточные;
- струйные течения, развивающиеся над фронтальными зонами в верхней тропосфере.

К меридиональным переносам относятся:

- муссоны тропических и экваториальных широт;
- муссоны внетропических широт.

Общая циркуляция атмосферы складывается под влиянием *неравномерного распределения солнечной радиации, действия силы Кориолиса и неоднородности подстилающей поверхности*.

Воздух на экваторе в приземном слое хорошо прогревается. Тёплый и влажный воздух поднимается вверх, объём его возрастает, и в верхней тропосфере возникает высокое давление. У полюсов из-за сильного охлаждения приземных слоев атмосферы воздух сжимается, его объём уменьшается и наверху давление падает, т. е. возникает переток воздуха от экватора к полюсам. Благодаря этому масса воздуха у экватора и давление уменьшаются, а на полюсах возрастают, и в приземном слое атмосферы начинается движение от полюсов к экватору. Действие силы Кориолиса отклоняет движущийся поток воздуха в Северном полушарии вправо от направления движения (с запада на восток), а в Южном движение воздуха отклоняется влево, тоже с запада на восток, вследствие чего вверху возникает западный перенос.

Внизу у подстилающей поверхности движение воздуха более сложное, влияние оказывает расчленение её на материки и океаны. Возникает довольно сложная картина воздушных потоков. От субтропических поясов высокого давления они оттекают к экватору и в умеренные широты. В первом случае образуются восточные ветры тропических и экваториальных широт. Над океанами благодаря постоянным барическим максимумам и минимумам они существуют круглый год. *Пассаты* – ветры, дующие к экватору. В Северном полушарии пассаты имеют северо-

восточное, а в Южном полушарии юго-восточное направление. Пассаты двух полушарий сходятся вблизи экватора. В области их сходимости (внутритропическая зона конвергенции) возникают сильные восходящие токи воздуха, образуются кучевые облака и выпадают ливневые осадки.

Ветровой поток, идущий в умеренные широты от тропического пояса повышенного давления, формирует *западные ветры* умеренных широт. Они усиливаются в зимнее время, т. к. над океаном в умеренных широтах разрастаются барические минимумы, увеличивается барический градиент между барическими минимумами над океанами и барическими максимумами над сушей, следовательно, увеличивается и сила ветра. В Северном полушарии направление ветров юго-западное, в Южном – северо-западное.

Меридиональные переносы осложняют схему общей циркуляции атмосферы и обеспечивают междуширотный обмен теплотой и влагой. Главными меридиональными переносами являются *муссоны* – сезонные ветры, меняющие летом и зимой направление на противоположное. Причиной муссонов *тропических и экваториальных широт* является разный нагрев полушарий по сезонам. *Внетропические муссоны* проявляются на восточных побережьях материков от тропиков до субарктических широт, образуются из-за неравномерного нагрева суши и океана в один и тот же сезон года. Зимой над материками давление значительно выше и воздух движется с суши на море (зимний муссон). Летом, наоборот, при очень низком давлении на суше направление движения происходит с океана на материк (летний муссон). Особенно ярко муссонная циркуляция проявляется на восточном побережье Азии. Зимой над Азией формируется Азиатский максимум, над Тихим океаном существует барический минимум – Алеутский. Воздух идёт из Азиатского максимума, с континента на океан, отклоняется вправо, принимая северо-западное направление (зимний муссон). Летом над Азией образуется Южно-Азиатский минимум. Из Северо-Тихоокеанского максимума воздух перемещается в сторону материка. Под влиянием силы Кориолиса он приобретает юго-восточное направление и как летний муссон приходит на материк.

В атмосфере при встрече двух воздушных масс с разными свойствами постоянно возникают крупные атмосферные вихри – циклоны и антициклоны. Они сильно усложняют схему общей циркуляции атмосферы. *Циклон* – восходящий атмосферный вихрь, проявляющийся у земной поверхности областью пониженного давления, с системой ветров, направляющихся от периферии к центру против часовой стрелки в Северном полушарии и по часовой – в Южном. В центре циклона наблюдаются восходящие токи воздуха. *Антициклон* – нисходящий атмосферный вихрь, проявляющийся у земной поверхности областью повышенного давления, с системой ветров, направляющихся от центра к периферии по часовой



стрелке в Северном полушарии и против часовой стрелки – в Южном. В центре антициклона наблюдаются нисходящие токи воздуха. Вихри являются плоскими, т. к. их горизонтальные размеры – тысячи квадратных километров, а вертикальные – 15–20 км. В своём развитии атмосферные вихри проходят стадии молодости, зрелости и старости (разрушения). Выделяют фронтальные, центральные, тропические циклоны и термические депрессии.

*Фронтальные циклоны* образуются на арктическом и полярном фронтах. Летом наиболее активен арктический фронт, т. к. увеличивается различие в свойствах арктической и полярной воздушных масс. Зимой наиболее существенна разница в свойствах между тропической и полярной воздушными массами и активизируется полярный фронт. В стадии молодости циклон обрисовывается одной замкнутой изобарой, в нём хорошо развит тёплый сектор, ограниченный тёплым и холодным фронтами. Фронты проходят через центр циклона, ветры в циклонах дуют от периферии к центру против часовой стрелки в Северном полушарии. Одновременно происходит поднятие воздуха и растекание его в верхние части циклона.

Холодный фронт движется быстрее тёплого, поэтому площадь тёплого сектора уменьшается, и циклон переходит в стадию зрелости – максимальную стадию своего развития, он обрисовывается несколькими замкнутыми изобарами, занимает большую площадь. В стадии разрушения – окклюзии – холодный фронт смыкается с тёплым фронтом, тёплый воздух вытесняется вверх, у подстилающей поверхности взаимодействуют два холодных воздуха. Если они имеют одинаковую температуру, циклон прекращает развитие, если разную – циклон активизируется. Циклоны обычно существуют несколько суток, двигаясь с запада на восток со скоростью около 20–30 км/ч. На фронте возникнет серия циклонов по три-четыре циклона в серии. Каждый следующий циклон находится на более молодой стадии развития и движется быстрее.

*Тропические циклоны* образуются на тропических фронтах чаще всего между 5 и 20° с. ш. и ю. ш., на экваторе сила Кориолиса равна нулю и циклоны не образуются. Возникают они над океанами в конце лета и осенью, когда вода нагрета до температуры 27–28 °С. Мощный подъём тёплого и влажного воздуха приводит к выделению огромного количества теплоты при конденсации, что определяет низкое давление в центре. Появляется грозное облако высотой до 14–18 км. Форма сверху до 700 км в виде воронки, вращающейся с колоссальной скоростью. Температура в циклоне постоянно повышается благодаря конденсации влаги. В центре циклона она может быть на 15 °С выше, чем на периферии. Высокая температура способствует испарению и увеличению влажности воздуха. Скорость движения самого циклона 20–30 км/ч, но ветры в нём могут иметь скорость до 100 м/с. Например, скорость в урагане «Ида» составляла 113 м/с.

Основные районы возникновения тропических циклонов: восточное побережье Азии, северное побережье Австралии, Аравийское море, Бенгальский залив, Карибское море, Мексиканский залив. В среднем в году бывает около 70 тропических циклонов со скоростями ветров более 20 м/с. В Тихом океане тропические циклоны называются тайфунами, в Атлантическом – ураганами, у берегов Австралии – вилли-вилли. В Северном полушарии им принято давать женские имена, в Южном – мужские. При движении с запада на восток циклоны испытывают отклонение к северу, а антициклоны – к югу в Северном полушарии. Причина отклонений – сила Кориолиса. Благодаря ветрам циклонов и антициклонов наблюдается обмен между широтами теплом и влагой.

*Местные ветры* – ветры, возникающие на ограниченных участках территории в результате влияния местных причин. К местным ветрам относятся бриз, горно-долинные ветры, фен, бор и др. *Бризы* возникают на берегах океанов, морей, озёр, там, где велики суточные колебания температур. Днём, когда суша нагрета сильнее, над ней устанавливается пониженное давление; вода нагревается медленнее суши, поэтому давление над морем повышенное. Следовательно, ветер дует в сторону суши. Ночью возникает ночной бриз, когда суша охлаждается сильнее, а море медленнее, давление над сушей становится выше, и ветер дует в сторону моря.

*Горно-долинные ветры* образуют ветры склонов и собственно горно-долинные и имеют суточную периодичность. Эти ветры – результат различного нагрева поверхности склона и воздуха на той же высоте. Днём воздух на склоне нагревается сильнее, и ветер дует вверх по склону, ночью склон охлаждается тоже сильнее, и ветер начинает дуть вниз по склону.

*Фён* – тёплый сухой ветер с высоких гор, часто покрытых ледниками. Возникает благодаря адиабатическому охлаждению воздуха на наветренном склоне и адиабатическому нагреву – на подветренном склоне. Фёны наиболее часты в холодные сезоны, продолжительность их несколько суток (в Альпах в году 125 дней с фёнами). В горах Тянь-Шаня подобные ветры называют *кастек*, в Средней Азии – *гармсилъ*, в Скалистых горах – *чинук*. Фёны вызывают усиленное таяние снега.

*Бора* – холодный ветер, дующий с невысоких гор в сторону тёплого моря, продолжительность ветра – 4–6 дней. Возникает он зимой, когда перед хребтом на равнине образуется область повышенного давления, где формируется холодный воздух. Перевалив невысокий хребет, холодный воздух устремляется с большой скоростью в сторону тёплой бухты, где давление низкое. Скорость может достигать 30 м/с. При боре температура воздуха резко падает до – 5 °С, бухта замерзает, и слой льда мощностью до 4 м покрывает набережную, провода и ветви деревьев. Во Франции такие ветры называются *мистраль*, в Баку – *норд*, на побережье Байкала – *сарма*.

К мелкомасштабным вихрям относят смерчи (над сушей) и тромбы (торнадо) над океаном. Для них характерны небольшие размеры (диаметр 100–300 м), большая скорость ветра, большая разность давления внутри вихря и вблизи него. Сам вихрь движется со скоростью 30–40 км/ч, но скорость ветра в нём достигает 100 м/с. Возникают тромбы обычно поодиночке, смерчи – сериями. Зарождаются они обычно в тех же местах, что тропические циклоны, в жарком влажном климате. Большое число тромбов (торнадо) в США объясняется приходом влажного тёплого воздуха с Мексиканского залива. При движении вихри вырывают деревья, разрушают постройки, переносят людей, животных. При разрушении вихрей эти предметы падают на поверхность. В 1932 г. в Англии было зафиксировано падение тысяч живых лягушат.

**2. Погода.** Теплооборот, влагооборот и циркуляция атмосферы формируют погоду и климат в ГО. *Погода* – состояние атмосферы в данный момент над определённой территорией. Погода характеризуется метеоэлементами: температурой, давлением, влажностью, осадками, облачностью. Погода отличается изменчивостью, многообразием и повторяемостью. Систематические наблюдения за погодой позволили выделить типы погод (классификация *Е. Е. Фёдорова*). Типы объединены в группы:

- погоды безморозные;
- погоды с переходом температуры через ноль градусов;
- морозные погоды.

*Безморозные погоды* образуются при положительном радиационном балансе и положительных температурах воздуха. Среди них выделяются классы погод: *суховейно-засушливые* (с температурами выше 22 °С и относительной влажностью менее 40 %), *умеренно-засушливые* (с относительной влажностью более 40 %, *малооблачные, облачные днём, облачные ночью, пасмурные с осадками, пасмурные без осадков и влажнотропические*). Первые три типа характерны для антициклона, четыре следующие образуются при прохождении фронтов. Влажнотропическая погода характерна для экваториальных широт, она формируется благодаря конвекции и слепополуденным осадкам.

*Погоды с переходом температуры воздуха через ноль градусов* отмечаются в умеренных широтах в переходные сезоны года, когда радиационный баланс равен нулю. В течение суток наблюдается переход температур через ноль: если среднесуточная температура положительная, то ночью температура опускается ниже нуля; и наоборот, если среднесуточная температура отрицательная, то днём она поднимается до положительных значений. Погоды *ясная днём* и *облачная днём* наблюдаются при прохождении фронта.

*Морозные погоды* формируются зимой при отрицательном радиационном балансе и отрицательных температурах воздуха. В этой группе

выделяют *слабо морозные* погоды (с температурами до  $-12,4$  °С), *умеренно морозные* (от  $-12,5$  до  $-22,4$  °С), *значительно морозные* (от  $-22,5$  до  $-32,4$  °С), *жестоко-морозные* погоды (от  $-32,5$  до  $-42,4$  °С) и *крайне морозные* (температуры ниже  $-42,5$  °С).

По происхождению погоды делятся на *внутримассовые* и *фронтальные*. Внутримассовые, связанные с одной воздушной массой, подразделяются на движущиеся и местные. Погоды *тёплой движущейся воздушной* массы наблюдаются в основном зимой в тёплом секторе циклона. Для неё характерны туманы, морозящие осадки, пониженное давление и повышенные температуры. Погода *холодной воздушной* массы часто наблюдается летом при вторжении арктической воздушной массы. В это время температура падает, давление растёт, облака не формируются, осадки не выпадают. В местной воздушной массе летом развивается *конвективная* погода с мощной конвекцией, кучевыми облаками и ливневыми осадками, зимой – погода *радиационного выхолаживания* с сильными морозами.

Во фронтальных погодах различают погоды *тёплого фронта*, *холодного фронта* и *фронта окклюзии*. При погоде тёплого фронта на небе появляются перистые облака, в это время фронт ещё на высоте 6 км. При приближении линии фронта облачность увеличивается, появляются перисто-слоистые и высокостроистые облака. Когда линия фронта уже близко, в небе появляются слоисто-дождевые облака, облачность возрастает до 10 баллов, начинаются обложные осадки. Погода характеризуется пониженным давлением и повышенной температурой. При подходе холодного фронта ветер усиливается, меняет своё направление. В небе появляются кучевые облака, идут ливневые осадки, может начаться гроза. Давление повышается, температура падает. Погода фронта окклюзии более сложная, в ней есть особенности погод как тёплого, так и холодного фронтов.

*Прогноз погоды* – предвидение будущего состояния погоды, составленное на основе анализа развития крупномасштабных атмосферных процессов. Бывают *краткосрочные* (составленные на один день) и *долгосрочные* (составленные на длительный период – неделю, месяц или год) прогнозы. По цели выделяют прогнозы *общие* и *специальные*, например, для сельского хозяйства или для авиации. Оправдываемость прогнозов, особенно долгосрочных, пока невелика. Перспективное направление получения прогнозов погоды основано на анализе периодов солнечной активности. В последнее время данные, полученные с искусственных спутников, позволили существенно увеличить точность прогнозов. Сформировался особый раздел науки – *спутниковая метеорология*. С разных орбит спутники фотографируют большие территории, получают данные о зарождении и скорости циклонов, облачных зонах и т. д. Геостационарные спутники способны фотографировать всё полушарие Земли. Между-

народное сотрудничество по проблеме разработки научных основ предсказания погоды осуществляется Всемирной метеорологической организацией.

**3. Климат.** *Климат* – многолетний режим погоды данной местности, обусловленный солнечной радиацией, характером подстилающей поверхности и циркуляцией атмосферы (определение К. С. Рубинштейна и О. А. Дроздовой). Наука, изучающая климат, называется климатологией.

*Процессы климатообразования* – силы, действие которых определяет климат данного региона. Важнейшими климатообразующими процессами являются *теплооборот* и *влагооборот*. Эти процессы имеют один общий источник энергии – солнечную радиацию. Природа их одинакова на всей Земле, но проявляются они различно. Теплооборот создаёт тепловой режим поверхности и атмосферы. Влагооборот включает все виды вод и физические процессы, связанные с их перемещением: испарение, конденсацию, выпадение осадков и др. Для каждого региона характерен свой влагооборот, выражающийся в количестве осадков, испарении, облачности.

Кроме климатообразующих процессов на климат оказывают влияние факторы. *Факторы климатообразования* – географические условия, определяющие своеобразие и скорость протекания климатообразующих процессов. К климатообразующим факторам относятся:

- солнечная радиация;
- подстилающая поверхность;
- циркуляция атмосферы.

Распределение *солнечной радиации* подчинено закону зональности. Её значение зависит от угла падения солнечных лучей и продолжительности освещения. Радиационный баланс в целом уменьшается от экватора к полюсам.

*Атмосферная циркуляция* – следствие неравномерного нагревания поверхности, которое обуславливает неравномерное распределение давления, формирующее потоки общей циркуляции атмосферы. В системе циркуляции атмосферы большое место занимают муссоны, пассаты, западный перенос, циклоны и антициклоны.

*Подстилающая поверхность* – важный фактор климатообразования. Под влиянием различий водной поверхности и поверхности суши формируются океанический и материковый климат. Материковый климат отличается большой годовой амплитудой температур, меньшей относительной влажностью. Влияние на материк оказывают тёплые и холодные течения в океане, они переносят теплоту и холод. Над тёплыми течениями воздух прогревается, возникает конвекция, что приводит к образованию облаков и выпадению осадков. Над холодными течениями воздух остывает, что затрудняет конвекцию. Данные различия обуславливают выделение климата

западных и восточных берегов. На суше большое значение имеют высота гор, их экспозиция. С увеличением высоты приход солнечной радиации увеличивается, но возрастает и излучение поверхности, поэтому температуры падают. В котловинах зимой может возникать инверсия температуры, на дно котловин затекает холодный воздух и застаивается. На климат влияют сезонный снежный покров, наличие ледника, растительность. Лёд и снег обладают большой отражательной способностью. Ледяной покров сильно снижает температуру полярных районов, увеличивая контрасты температур между высокими и низкими широтами.

**4. Атмосфера и человек.** Атмосфера играет исключительную роль в жизни ГО. Однако в результате жизнедеятельности человека происходит заметное её изменение. Человек воздействует на все климатические процессы – теплооборот, влагооборот и циркуляцию атмосферы.

Основным источником энергии является солнечная радиация, однако антропогенная энергия по величине приблизилась к энергии приливного трения и превышает тектоническую. По мнению учёных, расход ископаемого топлива увеличивается на 4 % в год. Кроме выделения непосредственной теплоты антропогенная деятельность приводит к увеличению содержания парниковых газов в атмосфере. Основными парниковыми газами являются водяной пар, углекислый газ, метан, оксид азота. Содержание водяного пара растёт с увеличением температуры, но его в атмосфере так много, что все виды человеческой деятельности добавляют лишь ничтожное количество водяного пара.

По подсчётам учёных, средняя температура Земли к 2000 г. составила 15,5 °С, в 1970 г. она составила 14,9 °С. Повышение температуры за следующее десятилетие может составить 0,3 °С, если сохранятся темпы роста промышленного производства. Наибольший рост температуры отмечен в северной части Тихого океана.

Вследствие деятельности человека в атмосфере увеличивается количество аэрозолей твёрдых частиц, являющихся ядрами конденсации. Стратосферный аэрозоль в основном вулканического происхождения, в тропосфере оксиды серы и азота появляются в результате сгорания топлива. Он реагирует с парами воды, образуя капельки серной и азотной кислоты. Подсчитано, что на отдельные районы Земли на каждый гектар поверхности выпадает до 20 кг разных соединений. Проблема кислотных дождей приобрела международное значение. Сотни озёр во многих районах Скандинавии, Канады, США превратились в кислотные водоёмы. Кислотные дожди усиливают выщелачивание элементов минерального питания из листьев, усиливают вынос их из почв. Концентрация аэрозолей в атмосфере приводит к отражению солнечной радиации в космос и уменьшению прямой радиации.

Проблеме «озоновых дыр» уделяется много внимания, выдвинуты гипотезы, по-разному объясняющие происхождение этого явления. *Космическая гипотеза* связывает изменение содержания озона с 11-летними циклами солнечной активности. В годы солнечной активности возрастает количество оксида азота и исчезает атомарный кислород, необходимый для создания озона. *Тектоническая гипотеза* объясняет уменьшение концентрации озона увеличением содержания таких газов, как водород и метан. При вулканических извержениях водород и метан поступают в атмосферу, поднимаясь вверх, они взаимодействуют с озоном и разрушают его. Например, в 1991 г. после извержения вулканов на Филиппинах и в Чили было зафиксировано уменьшение озона в тропических широтах на 50 %. *Антропогенная гипотеза* образования «озоновой дыры» получила широкое распространение и привлекла внимание всего человечества. К антропогенным причинам уменьшения концентрации озона относится увеличение содержания в атмосфере искусственных химических соединений – *фреонов* (хлорфторкарбон). Поступают они из аэрозольных упаковок, бытовых холодильников, рефрижераторов, выбросов предприятий химической промышленности. Эти соединения поднимаются вверх, при их разложении образуется свободный хлор, разрушающий озон.

К наиболее разрушительным последствиям в атмосфере могут привести ядерные войны. Это приводит к возникновению проникающей радиации и радиоактивного заражения, кроме того, в атмосфере в связи с этим возрастёт количество твёрдых частиц, поэтому атмосфера начнёт разогреваться, а поверхность Земли охлаждаться. На Земле начнётся ядерная зима. Человек оказывает огромное влияние на местный теплооборота, влагооборота и циркуляцию атмосферы. Сегодня научились создавать и рассеивать облака с помощью распыления хладореагентов. Они служат ядрами конденсации, вызывают укрупнение капель и выпадение дождя. Для предотвращения заморозков достаточно полить территорию или зажечь костры. Костры повышают температуру на 3°, полив – на 2°. Мегаполисы имеют собственный климат. Благодаря деятельности людей в промышленных городах возникают смоги, которые весьма опасны для всех видов транспорта и приводят к увеличению смертности. В них образуются городские бризы, когда днём ветер дует с периферии к центру, ночью – наоборот. В городах наблюдается увеличение среднегодовых температур: так, в Москве температура увеличилась на 4 °С, понижается влажность из-за недостатка испарения асфальтовых покрытий.

### ***Контрольные вопросы и задания***

1. Раскройте содержание понятия «атмосферное давление». Каковы причины его изменения?
2. Каковы суточный и годовой ход атмосферного давления?

3. Как образуется ветер? Характеристика ветра.
4. Под влияние чего складывается общая циркуляция атмосферы?
5. Раскройте содержание понятий «пассаты», «западные ветры».

Как они образуются?

6. Как происходит образование муссонов?
7. Раскройте содержание понятий «циклон», «антициклон». Виды циклонов.
8. Какие существуют виды местных ветров? Их особенности.\*
9. Дайте определение понятию «погода». Перечислите и охарактеризуйте типы погод. Прогноз погоды.\*
10. В чём состоит различие погоды и климата?
11. Перечислите и охарактеризуйте климатообразующие факторы.
12. Какие существуют гипотезы происхождения «озоновых дыр»?\*

## **2.7. Гидросфера: структура, теплооборот и влагооборот. Мировой океан**

**1. Структура гидросферы.** *Гидросфера* – водная оболочка Земли, включающая всю химически не связанную воду и удерживаемая у поверхности силой тяжести. В гидросферу включаются все природные воды Земли, участвующие в глобальном круговороте веществ. Верхнюю границу гидросферы принято проводить по поверхности океана, нижнюю – по дну океана, в литосфере – по границе распространения подземных вод. Химически связанная вода – это вода в минералах, в состав гидросферы она не включается. Некоторые учёные придерживаются другой точки зрения. С. В. Калесник (1955 г.) к гидросфере относил только воды Мирового океана. По мнению Ф. Н. Милькова (1990 г.), собственно гидросферой являются лишь воды Мирового океана и внутриматериковые водоёмы.

Иногда воды океанов и морей объединяют в *океаносферу*. Гидросфера занимает 361 млн км<sup>2</sup>. Главная масса воды сосредоточена в океанах, что составляет 94,2 % всей воды гидросферы. Из них около 35 тыс. км<sup>3</sup> приходится на айсберги, которые являются резервом чистой воды. Второе место занимают подземные воды – 4,12 %. По мнению учёных, в 10–15-километровой толще литосферы находится около 150 млн км<sup>3</sup> воды, не участвующей во влагообороте, но представляющей собой резерв жидкой воды. Третье место по объёму воды занимают полярные ледники, в них сосредоточено 24 млн км<sup>3</sup> воды. Эти воды также представляют собой резерв пресной воды, который в ряде стран уже используют. В полярных ледниках заключено около 90 % запасов пресной воды на Земле.

Поверхностные воды суши сосредоточивают небольшую долю вод планеты. Объём озёрной воды оценивается в 278 тыс. км<sup>3</sup>, рек – всего в



1,2 тыс. км<sup>3</sup>. Воды атмосферы образовались одновременно с газами атмосферы вследствие дегазации мантии, объём гидросферы с течением времени нарастал. Считают, что на ранних этапах формирования гидросферы роль в её становлении играла ударная дегазация, связанная с падением крупных метеоритов на поверхность Земли. Часть воды гидросферы расходовалась на гидратацию минерального вещества и образование химически связанных вод в процессе образования горных пород. Свободная гидросфера стала интенсивно расти только после того, как темп связывания воды в минералах замедлился. Примерно 4,5 млрд лет назад первичная гидросфера тонким слоем покрывала всю Землю. Воды гидросферы были минерализованы. В протерозое сформировался огромный единый массив суши и впадина древнего Тихого океана. В мезокайнозое в связи с образованием материков и крупных впадин гидросфера приобрела близкие к современным очертания. Объём гидросферы продолжает нарастать и сейчас со скоростью около 1 км<sup>3</sup> в год. Выделение воды из мантии происходит и сейчас – около 1 км<sup>3</sup> в год. Эта *ювенильная вода*. Поступает вода и из межпланетного пространства. Гидросфера теряет воду за счёт улетучивания водорода в космос, изъятия воды организмами в реакции фотосинтеза.

Вода (H<sub>2</sub>O) – одно из самых распространённых на Земле химических соединений. Природные воды образуют океаны, моря, ледники, реки, озёра, в виде паров присутствуют в атмосфере, проникают в почву и горные породы. Без воды невозможно существование биосферы и жизни на Земле. Вода – простейшее и устойчивое соединение водорода с кислородом: 11,19 % водорода и 88,81 % кислорода. Чистая пресная вода имеет максимальную плотность при + 4 °С. Свойства воды изменяются под влиянием давления и температуры. При давлении более  $20 \times 10^8$  Па она образует «горячий лёд», считается, что такой лёд может быть в недрах Земли и на планетах-гигантах. При очень низких температурах (–170 °С) вода образует сверхплотный лёд, такой лёд находится в кометах и метеорах.

Вода гидросферы – природный раствор, в котором кроме воды присутствуют соли, газы и организмы. Вода взаимодействует почти со всеми веществами. Растворительная способность воды обеспечивает перенос вещества в географической оболочке. Чистая вода, благодаря своей высокой растворяющей способности, была бы вредна для организмов, именно содержание солей благотворно действует на живые организмы. *Солёность* вод – содержание (в граммах) всех минеральных веществ, растворённых в 1 кг морской воды, выражается в граммах на килограмм, или в тысячных долях – промилле (S ‰). Солёность воды океана равна 35 ‰, т. е. содержит 35 г солей в 1 кг воды. Пребывание одновременно в газообразном, жидком и твёрдом состоянии и абсолютная подвижность определили вездесущность воды, она пронизывает всю географическую

оболочку и производит в ней разнообразную работу. На Земле нет таких мест, где бы не было воды в той или иной форме. Вода обладает способностью самоочищения: при прохождении через грунт она фильтруется; испаряется только чистая вода, все примеси остаются на месте. В процессе течения в реках или при волнении на море и озере грязь сбивается в комочки, и вода становится чище. Но этот процесс идёт до известного предела. Загрязнение воды промышленными отходами нередко переходит предел самоочищения.

**2. Теплооборот и влагооборот в гидросфере.** Энергетической основой движения вод на Земле служат:

- солнечная радиация;
- сила тяжести;
- тепловые процессы.

Источник тепловой энергии Земли – Солнце. Солнечная энергия перераспределяется между океаном, сушей и атмосферой. При этом природные воды выступают и как поглотитель и регулятор поступающей солнечной энергии, и как фактор её перераспределения на Земле. В тепловом балансе поверхности Земли приходную часть составляет радиационный баланс, расходную часть – затраты теплоты на испарение и турбулентный теплооборот с атмосферой. Существенная часть радиационного баланса всей Земли затрачивается именно на испарение. На поверхности суши на испарение затрачивается около 54 % радиационного баланса, на поверхности океана – 90 %. Следовательно, воды Мирового океана и воды суши – мощные регуляторы тепловых процессов на Земле. В целом для поверхности Земли тепловой баланс равен нулю, в экваториальных широтах он положительный, в приполярных – отрицательный.

Нагревание водоёмов отличается от нагревания суши тем, что теплоёмкость воды примерно в два раза больше, чем горных пород, и при одинаковом количестве теплоты вода нагревается и остывает вдвое медленнее, чем поверхность. Летом водоёмы накапливают теплоту, а зимой передают его воздуху. В воде лучи проникают на большую глубину и нагревают большую толщу воды (100–150 м). В результате вертикального перемешивания тепло передаётся на ещё большую глубину. Исследования последних лет показали, что некоторое количество тепла поступает в океан из недр Земли. В срединно-океанических хребтах в гидротермах отмечено увеличение температуры воды. В рифтах Красного моря обнаружена горячая вода с температурой до 270 °С.

Воды гидросферы участвуют во всех влагооборотах на Земле – большим, малом и внутриматериковом. Влагооборот находит количественное выражение в годовом водном балансе, т. е. соотношении прихода и расхода воды за определённый промежуток времени (год, месяц). На суше объём выпадающих атмосферных осадков больше, чем объём испаряю-

щейся воды. Разность в 44,2 тыс. км<sup>3</sup> составляют воды, переносимые на сушу в виде водяного пара и возвращающиеся в океан поверхностным и подземным стоком. Над океаном объём испарившейся воды больше, чем объём атмосферных осадков. Компенсируются потери за счёт притока поверхностных и подземных вод. Для всего земного шара *количество испарившейся воды равно количеству атмосферных осадков за один и тот же промежуток времени.*

*М. И. Львовичем* введено понятие активности водообмена, проходящего в процессе круговорота воды. Активность водообмена определяется по соотношению объёма части гидросферы к приходному или расходному элементу баланса. Активность обмена вод океана составляет 3000 лет. Обмен подземных вод – 5000 лет, происходит это за счёт глубинных рассолов, отличающихся слабой активностью. В зоне активного водообмена подземные воды возобновляются через 300 лет. Наиболее замедлен водообмен в полярных ледниках вследствие медленного движения и таяния льда. Воды суши отличаются наибольшей активностью водообмена. Воды озёр обновляются через 17 лет, речные – через каждые 11 дней. Поэтому реки, имея небольшой объём, дают очень большой сток. По этой причине вода в реке в естественных условиях всегда практически пресная и служит одним из основных источников пресных вод, необходимых для человека. Чем менее активен водообмен, тем выше минерализация воды.

**3. Мировой океан. Структура Мирового океана.** Океаносфера – это геосфера, представленная водами океанов и морей со сложными физико-химическими свойствами вод, своеобразным геолого-геоморфологическим строением, животным и растительным миром. Т. к. Мировой океан играет исключительную роль в природе Земли, некоторые учёные считают справедливым выделение наряду с гидросферой понятия «океаносфера».

*Мировой океан* – пространство Земли, покрытое водами океанов и морей, представляющее собой непрерывную водную оболочку. Название «Мировой океан» было предложено *Ю. М. Шокальским*.

В структуре Мирового океана выделяют океаны, моря, заливы и проливы. *Океан* – часть Мирового океана, расположенная между отдельными материками и отличающаяся своеобразной конфигурацией береговой линии и особенностями подводного рельефа, со специфической схемой течений, растительным и животным миром. В 1650 г. голландский учёный *Б. Варениус* в «Географии генеральной» предложил выделять пять океанов: Тихий, Индийский, Атлантический, Северный Ледовитый и Южный Ледовитый. В 1845 г. это деление было подтверждено Лондонским географическим обществом. С 30-х гг. XX в., после детального изучения арктического бассейна, выделено четыре океана, Южный океан был разделён между Тихим, Атлантическим и Индийским. С 1996 г. в

России предложено выделять пятый Южный океан (согласно решению Комиссии по географическим названиям), однако характеристики его пока нет. Изменения в делении Мирового океана объясняются тем, что границы океанов не везде проходят по берегам материков, нередко они проводятся условно (например, от крайних южных точек южных материков по меридиану к Антарктиде).

*Моря* – обособленные части океана, отличающиеся собственным гидрологическим режимом, особенностями физических и химических свойств. По особенностям конфигурации и гидрологическому режиму выделяются моря окраинные, внутренние (материковые и внутриматериковые), межостровные, полузамкнутые.

*Внутренние моря* глубоко вдаются в сушу, со всех сторон окружены сушей и сообщаются с океаном лишь через узкие проливы. По своим условиям отличаются от океана, поскольку на них воздействует суша, это может отражаться на их солёности, температуре, органическом мире (Чёрное, Балтийское моря и др.).

*Окраинные моря* располагаются по окраинам материков и имеют широкую связь с океаном (Баренцево, Восточно-Сибирское море и др.).

*Межостровные моря* окружены островами (Сулу, Сулавеси, Яванское и др.).

*Полузамкнутые моря* частично ограничены материками, а частично цепью островов (Берингово, Японское море и др.).

Некоторыми авторами выделяются *средиземные моря* – моря, располагающиеся между частями разных материков (Средиземное, Красное море).

В океанах и морях выделяют отдельные их части: заливы и проливы. *Заливы* – части океана или моря, вдающиеся в сушу и имеющие водообмен с остальной частью океана. В зависимости от происхождения, строения берега, формы, размеров различают несколько типов заливов.

*Губа* – залив продолговатой формы с устьем реки в вершине (распространённое название на севере России, например, Обская губа).

*Бухта* – небольшой сильно обособленный от моря мысами и островами залив, защищённый от волнения и ветров.

*Фьорд* – узкие, глубокие, длинные (ветвящиеся) заливы с высокими крутыми скалистыми берегами (могут иметь длину более 200 км, глубину – более 1000 м), происхождение которых связано с разломами земной коры и деятельностью ледников. Такие заливы наиболее характерны для Норвегии (Осло-фьорд, Вест-фьорд и др.), Чили, Гренландии.

*Лиман* – мелководный залив, образующийся в устьях рек при опускании берегов суши (Амурский лиман и др.)

*Лагуны* – вытянутые вдоль берегов мелководные заливы, могут быть связаны с морем узкими проливами. Лагунных заливов много на мексиканском побережье.

*Эстуарии* – воронкообразные заливы, образующиеся в устьях рек, могут иметь большую глубину (залив Ла-Плата в Южной Америке, залив Святого Лаврентия в Северной Америке и др.)

*Проливы* – узкие водные пространства океана, разделяющие материки или острова и соединяющие два соседних водоёма. Например, Берингов пролив соединяет Тихий и Северный Ледовитый океан, но разделяет Азию и Америку. Заливы весьма разнообразны по конфигурации, размерам. По характеру водообмена проливы делятся на *проточные* (их течение, как и в реках, направлено в одну сторону, например, пролив Дрейка) и *обменные* (их воды движутся в противоположных направлениях – течение у одного берега направлено в одну сторону, а у противоположного – в другую, например, Девисов пролив).

*Водные массы* – большие объёмы воды, формирующиеся в определённых зонах Мирового океана и обладающие характерными физико-химическими и динамическими свойствами. По вертикали выделяют следующие водные массы: поверхностные, промежуточные, глубинные и придонные.

Среди *поверхностных водных масс* выделяют экваториальные, тропические (северные и южные), субтропические (северные и южные), субполярные (субарктические и субантарктические) и полярные (арктические и антарктические) водные массы. Границами различных типов водных масс являются пограничные слои: *гидрологические фронты*, *зоны дивергенции* (расхождения) или *конвергенции* (схождения) вод.

Экваториальная водная масса образуется на экваторе. Отличается высокой температурой в течение года (27–28 °С), пониженной солёностью (до 34 ‰), минимальной плотностью. Тропические водные массы формируются в постоянных барических максимумах на океанах. Летом имеют температуру до 27 °С, зимой температура опускается до 20 °С. Из-за большого испарения солёность высокая, до 36 ‰.

В районах распространения тёплых течений в субтропических широтах формируется *субтропическая* водная масса. Это тёплые и осолонённые воды, они охлаждаются, уплотняются в результате развития конвекции и отдают огромное количество теплоты в атмосферу.

Субполярные водные массы соответствуют умеренным широтам. Температуры сильно изменяются в течение года: летом 15–12 °С, зимой до 5 °С. Солёность понижена и составляет 32–34 ‰.

Полярные водные массы образуются в Арктике и в узкой полосе у берегов Антарктиды. Температура изменяется от 5 °С летом, до –1,8 °С зимой.

Поверхностные водные массы наиболее активно взаимодействуют с атмосферой. В поверхностном слое происходит интенсивное перемешивание вод, он богат кислородом, углекислым газом и живыми организмами. Мощность этих масс около 200–250 м от поверхности океана.

*Промежуточные водные массы* располагаются на глубине от 250 до 2000 м. Их температура более низкая, солёность на разных широтах разная (в умеренных широтах – выше, в тропических – ниже).

*Глубинные водные массы* образуются на глубине от 1000 до 4000 м, их температура в среднем 3–5 °С, солёность близка к среднеокеанической солёности (35 ‰). Их образование в высоких широтах происходит при перемешивании промежуточных и поверхностных вод. При охлаждении этих вод происходит их уплотнение, в результате чего они опускаются на глубину, а затем по материковому склону растекаются по направлению к экватору.

*Придонные водные массы* занимают пространства океана ниже глубины 4000 м, отличаются самой низкой температурой (0,5–2 °С), медленным горизонтальным перемещением, высокой плотностью, высокой и постоянной солёностью, но она может изменяться в связи с вулканической деятельностью на дне океанов, разложением организмов. Вследствие притока тепла из глубин Земли возникают вертикальные перемещения и изменение температуры воды.

*Солёность вод Мирового океана.* Ещё в начале XIX в. было замечено, что количество растворённых в водах океана солей может сильно различаться, но вещественный состав, т. е. соотношение различных солей вод Мирового океана одинаково. Это свойство постоянства солевого состава морских вод. На 1 кг морской воды приходится 19,35 г хлора, 2,70 г сульфатов, 0,14 г гидрокарбонатов, 10,76 натрия, 1,30 г магния, 0,41 г кальция. Количественное соотношение между главными солями в воде Мирового океана остаётся постоянным. Воды океанов и морей относятся к хлоридному классу и натриевой группе, этим они резко отличаются от речных вод.

Распределение солёности воды в водных массах подчинено закону географической зональности и зависит от:

- количества осадков;
- притока речных вод;
- величины испарения;
- влияния циркуляции вод;
- деятельности организмов и других причины.

На *экваторе* солёность воды ниже средней океанической (34–33 ‰), что обусловлено выпадением большого количества атмосферных осадков (2 000–3 000 мм), стоком полноводных экваториальных рек и пониженным испарением из-за высокой влажности. В *тропических*

*широтах* наблюдается самая высокая солёность вод (до 37 ‰), связанная с высоким испарением и небольшим количеством осадков в барических максимумах. В *умеренных и полярных широтах* солёность вод понижена (33–33,5 ‰). В этих широтах понижение солёности объясняется увеличением количества осадков, стоком речных вод и таянием морских льдов.

Широтное распределение солёности нарушают течениями, реками и льдами. Тёплые течения переносят более солёные воды в направлении высоких широт, холодные течения переносят менее солёные воды к низким широтам. Реки опресняют приустьевые районы океанов и морей (в особенности такие крупные реки, как Амазонка, Конго, Нигер и др.). Льды оказывают сезонное влияние на солёность вод океана: зимой при образовании льда солёность воды возрастает, летом при таянии льда – уменьшается. Солёность глубинных вод Мирового океана однообразна, в целом составляет 34,7–35,0 ‰. Солёность придонных вод разнообразна и зависит от вулканической деятельности на дне океана, выходов гидротермальных вод, разложения организмов.

Солёность морей сильно отличается от солёности Мирового океана и зависит от многих причин. Например, солёность воды Балтийского (10–12 ‰), Чёрного (16–18 ‰), Азовского (10–12 ‰) моря обусловлена опресняющим влиянием речных вод и атмосферных осадков. В других морях отмечается резкое увеличение солёности. В Красном море солёность составляет 40–42 ‰. Здесь она объясняется малым количеством атмосферных осадков, большим испарением. Кроме того, водообмен с океаном происходит через узкий пролив с небольшими глубинами. Повышенная солёность Средиземного моря (до 39 ‰) объясняется тем, что испарение не компенсируется атмосферными осадками и стоком речных вод, водообмен осуществляется через узкий Гибралтарский пролив (14–20 км). Средняя солёность вод Атлантического океана составляет 35,4 ‰, Тихого – 34,9 ‰, Индийского – 34,8 ‰, Северного Ледовитого океана – 29–32 ‰.

*Газы в Мировом океане.* Способность воды растворять газы зависит от температуры, солёности и гидростатического давления. Чем выше температура и солёность воды, тем меньше газов может в ней раствориться. В водах Мирового океана растворены различные газы: кислород, углекислый газ, аммиак, сероводород и др. Они попадают в воду из атмосферы, речного стока, биологических процессов, подводных вулканических извержений. Наибольшее значение для жизни в океане имеет кислород. Он участвует в планетарном газообмене между океаном и атмосферой и поступает из атмосферы, выделяется при фотосинтезе водных растений, расходуется на дыхание и окисление.

Углекислый газ находится в океанской воде в основном в виде углекислых соединений. Он выделяется при дыхании организмов, при раз-

ложении органического вещества, расходуется на строительство скелета кораллами. Как и кислород, он лучше растворяется в холодной воде. Поэтому при понижении температуры воды происходит поглощение углекислого газа, при повышении температуры воды углекислый газ выделяется в атмосферу, поэтому в полярных широтах в холодной воде углекислый газ растворяется, в водах тропических и экваториальных широт тёплая вода отдаёт углекислый газ атмосфере.

Азот всегда есть в водах океана, но его содержание по отношению к другим газам меньше, чем в атмосфере. В некоторых морях в глубине может накапливаться сероводород, происходит это благодаря деятельности бактерий в бескислородной среде.

Прозрачность воды Мирового океана зависит от рассеивания и поглощения солнечной радиации, количества минеральных частиц и планктона. Наибольшая прозрачность отмечена в открытом океане в тропических широтах и равна 60 м. Уменьшается прозрачность воды на мелководье, вблизи устьев рек. Особенно резко уменьшается прозрачность воды после шторма, на мелководье после шторма прозрачность воды уменьшается до 1 м. Наименьшая прозрачность наблюдается в океане в период активного размножения планктона. Толща чистой воды имеет голубой или синий цвет. Большое количество планктона приводит к появлению зеленоватого оттенка, вблизи рек вода может быть коричневой.

*Температурный режим вод Мирового океана.* Температурный режим вод Мирового океана определяется тепловым балансом. Океан получает теплоту за счёт суммарной солнечной радиации, от конденсации влаги на водной поверхности, льдообразования и химико-биологических процессов, идущих с выделением теплоты. В океан поступает теплота, приносимая атмосферными осадками, речными водами. На температуру глубоководных слоёв оказывает влияние теплота Земли. Теряется теплота за счёт эффективного излучения водной поверхности, испарения воды, таяния льда, турбулентного обмена с атмосферой, нагрева холодной воды рек и течений.

В температурном режиме вод океана выделяются суточный и годовой ход. В *суточном ходе* температуры на поверхности воды в океане наблюдается один максимум в 14–16 ч, один минимум – после восхода Солнца. Суточные амплитуды температуры воды поверхности океана заметно ниже, чем суточные амплитуды температуры воздуха над акваторией. Днём на поверхность океана поступает солнечная радиация, и теплота одновременно расходуется на испарение. Ночью вода излучает теплоту в атмосферу, но и получает её за счёт конденсации на поверхности. Суточная амплитуда температур равна 1 °С на экваторе, в высоких широтах она может быть равна нулю. *Годовой ход* температуры поверхности воды различается на разных широтах. На экваторе температура поверхности в течение года почти не изменяется, годовая амплитуда составляет 1–2 °С.



В тропических широтах амплитуда увеличивается до 5 °С. В умеренных широтах максимум температуры наблюдается в конце лета, минимум – в конце зимы, годовая амплитуда – до 10 °С. Повышение температур вод поверхности океана может наблюдаться из-за подхода к берегам тёплых течений. В полярных широтах годовая амплитуда температур поверхности воды невелика и не превышает 2 °С.

Наибольшая средняя годовая температура поверхности воды (27–28 °С) наблюдается на экваторе, к полярным широтам она уменьшается до 0 °С. Зимой температура поверхности воды в высоких широтах может опускаться до отрицательных значений. Средняя годовая температура Мирового океана составляет 17,4 °С, наибольшая отмечена для Тихого океана (19,1 °С), наименьшая – для Северного Ледовитого океана (0,75 °С).

*Ледовый режим.* Температура замерзания воды зависит от солёности: при увеличении солёности температура замерзания понижается, при солёности 35 ‰ она составляет 1,9 °С. Образование льда в океане начинается с возникновения пресных кристаллов, которые затем смерзаются. Между кристаллами остаётся солёная вода, которая стекает в океан, поэтому при образовании льда солёность воды растёт. По времени существования льды подразделяются на *однолетние* (мощностью 1 м), *двухлетние* – 2 м, *многолетние* – 5 м и более. Нарастание толщины льда происходит как сверху, за счёт смерзания пропитанного водой снега, так и снизу, за счёт кристаллизации воды на нижней поверхности ледяного покрова. Лёд может утолщаться путём торошения, т. е. нагромождения обломков льдин в виде гряд и холмов, называемых *торосами*. Могут формироваться ледяные сооружения мощностью до 30–40 м.

Лёд в океане может быть неподвижным и плавучим. *Неподвижные льды* связаны с сушей (забереги, ледяной припай). *Плавучий дрейфующий лёд* перемещается под действием ветра и течений, образуются ледяные поля. Закономерности движения льда в Арктике под действием ветра установил Ф. Нансен в экспедиции на «Фраме». Оказалось, что скорость льда меньше скорости ветра примерно в пятьдесят раз. При этом лёд движется не по направлению ветра, а отклоняется от него на 30° в связи с отклоняющей силой Кориолиса. Ветер, перемещая разреженные льды, создаёт на поверхности пространства чистой воды *полюньи*. В Северном Ледовитом океане существует Большая полюнья, которую упоминают многие полярные исследователи.

Многолетние плавучие льды мощностью до 10 м, покрывающие центральные части Северного Ледовитого океана, называются *паковыми*. Паковые льды практически не содержат пузырьков воздуха и имеют голубой цвет. В Северном Ледовитом океане такие льды занимают 80 % площади, в Южном полушарии они отсутствуют. Для обычных ледоколов эти льды непроходимы.

Речные льды пресные, выносятся реками во время весеннего ледохода, летом тают. Их сравнительно много в Арктике в начале устьев крупных сибирских рек. Материковые льды тоже пресные, имеют большую мощность. Они сползают в океан с суши, образуя *айсберги*. Материковые льды известны у берегов Гренландии, но особенно много их в Южном полушарии вблизи Антарктиды.

Лёд покрывает около 55 млн км<sup>2</sup> (15 %), акватории Мирового океана, в том числе в Южном полушарии – 38 млн км<sup>2</sup>. Границы распространения льдов испытывают сезонные колебания. В Северном полушарии льды достигают максимального развития в апреле-мае и распространяются в Атлантическом океане до южной оконечности Гренландии. В Южном полушарии граница полярных льдов проходит около 50–55° ю. ш. За пределы распространения льдов заходят айсберги, в Северном полушарии они достигают 35° с. ш., доходя до о. Ньюфаундленд, в Южном полушарии – до 26° ю. ш. После гибели в 1912 г. лайнера «Титаник» с 1490 пассажирами на борту в результате столкновения с айсбергом к югу от Ньюфаундлендской банки для наблюдения за айсбергами был организован ледовый патруль.

**4. Циркуляция вод Мирового океана.** Вся масса океанических вод непрерывно движется, благодаря чему происходит постоянное перемешивание, обеспечивающее проникновение кислорода на глубину и вынос питательных веществ на поверхность. Течения обеспечивают перераспределение тепла между низкими и высокими широтами.

По площади и глубине распространения и характеру движения воды движение вод в океане делят на волнения, течения и одиночные волны. *Волнение* – колебательные движения воды, охватывающие только поверхностные водные массы Мирового океана, возникающие при воздействии ветра на поверхность воды. При малых скоростях ветра (около 0,5 м/с) возникают *волны ряби*. Они появляются при каждом порыве ветра и быстро затухают. При усилении ветра устанавливается волнение. При затухании ветра образуются *волны зыби* – длинные пологие волны. Высота ветровых волн в среднем 4–5 м, длина 150–200 м. С глубиной волнение затухает. В некоторых местах в Мировом океане высота волн может достигать 20 и более метров (умеренные широты Южного полушария). *Одиночные волны* распространены во всей массе воды и образуются в результате изменения давления, действия приливных сил и землетрясений. Их разделяют на барические волны, цунами, приливные. *Барические волны* возникают, когда над поверхностью моря проходят циклоны с очень низким давлением в центре. На поверхности возникают выпуклости высотой до 1 м, они называются циклоническими барическими волнами. При землетрясении, подводных извержениях вулканов возникают сейсмические волны – *цунами*. Установлено, что цунами возникают при силе подземного толчка больше 6 баллов. В открытом океане цунами не за-

метны, они имеют длину 200–300 км и высоту 1–2 м. Распространяются цунами со скоростью 400–800 км/ч и более. При подходе к берегу высота волны резко увеличивается. Была отмечена максимальная высота цунами в 85 м. Перед приходом цунами вода отступает от берега на несколько сотен метров, иногда – на несколько километров. Чем дальше отступает вода от берега, тем большей высоты будет волна. С цунами связаны огромные разрушения, гибель людей. Бороться с цунами невозможно, но в последние десятилетия разработан комплекс мер по оповещению населения о подходе волны.

*Приливобразующие силы* вызывают движение всей массы воды в океане. Поднятие уровня воды до наивысшего значения (*полная вода*) и опускания до низшего (*малая вода*) определяет *величину* прилива. Все приливы разделяются на полусуточные, суточные и смешанные. *Полусуточные приливы* – приливы, когда за лунные сутки образуются две полные и две малые воды. Если за лунные сутки образуется одна полная и одна малая вода, такие приливы называются *суточными*. *Смешанные приливы* возникают в том случае, если суточные и полусуточные приливы сменяют друг друга. Иногда в океане отмечаются одиночные гигантские волны, происхождение которых пока неизвестно. Отмечались гигантские волны у берегов Африки, ставшие причиной катастроф нескольких судов. Их называют «волнами-убийцами». Такие волны могут иметь высоту более 20 м.

*Течение* – поступательное движение воды, наблюдающееся по всей толще воды. Океанические течения вызываются действием господствующих ветров, силы тяжести, приливообразующих сил. На их направление и скорость оказывают влияние сила Кориолиса и внутреннее трение воды. По глубине распространения течения подразделяют на *поверхностные, подповерхностные, глубинные и придонные*. Хорошо изучены только поверхностные. По происхождению поверхностные течения делятся на *фрикционные*, вызванные временными ветрами; *градиентные (сточные, компенсационные, плотностные)* и *приливно-отливные*. Градиентные течения возникают в случае поднятия уровня воды, вызванного её притоком, обилием атмосферных осадков, при опускании уровня воды, обусловленном испарением или оттоком воды. По соотношению температуры течения и окружающей воды течения делятся на *тёплые, холодные и нейтральные*. Тёплое течение – течение, температура воды которого выше, чем температура окружающей воды. Эти течение направляются из низких широт в высокие (например, Гольфстрим) и оказывают согревающее действие. Холодные течения характеризуются более низкой температурой воды, чем температура окружающей воды и направляются из высоких широт в низкие (например, Лабрадорское, Перуанское). Они оказывают охлаждающее действие. Нейтральные течения образуются при равных температурах течений и окружающей воды.

По продолжительности (устойчивости) течения разделяют на *постоянные*, которые сохраняют своё направление и среднюю скорость и возникают в результате воздействия господствующих ветров (например, Северное и Южное Пассатные течения, течение Западных ветров); *непериодические*, формирующиеся под действием муссонов, изменяющие направление и скорость (например, Муссонное течение у берегов Южной Азии); *временные*, которые вызываются временными, непериодическими ветрами. Направление и скорость таких течений изменчивы.

### ***Контрольные вопросы и задания***

1. Что понимают под гидросферой? Какова её структура?
2. Каковы важнейшие свойства вод гидросферы?
3. Как происходят теплооборот и влагооборот в гидросфере?
4. Раскройте содержание понятия «Мировой океан». Его части.\*
5. Раскройте содержание понятия «водные массы»? Какие географические типы водных масс существуют?\*
6. Каковы основные закономерности в распределении солёности в водных массах океана?\*
7. Что понимают под температурным режимом? Какие наблюдаются закономерности в распределении температур в водных массах океана?
8. Как происходит замерзание воды в Мировом океане? Типы льдов.
9. По каким признакам классифицируют морские течения?\*
10. Какие типы волн имеют место в Мировом океане?\*

## **2.8. Воды суши**

Атмосферные осадки, выпадающие на поверхность Земли, стекают, образуя водные потоки реки, просачиваются, и тогда появляются подземные воды или застаиваются на поверхности, формируя болота, озёра, либо постепенно превращаются в ледники. Все эти водные объекты образуют воды суши и являются звеньями влагооборота.

**1. Подземные воды.** *Подземные воды* – воды верхней части литосферы, включающие всю химически несвязанную воду в трёх агрегатных состояниях. Общие запасы подземных вод на Земле составляют 60 млн км<sup>3</sup>.

Подземные воды образуются благодаря совместному действию таких процессов, как процессы инфильтрации, инфлюации и конденсации. Основной процесс – *инфильтрация* – медленное просачивание атмосферных осадков по порам в почвогрунт под действием гравитационных и капиллярных сил. Достигнув водоупорных слоёв, вода скапливается на них, образуются водоносные горизонты. Некоторое количество подзем-

ных вод образуется благодаря *инфлюации* – втеканию по трещинам из русел рек и дна озёр. Подземные воды могут образовываться за счёт *конденсации* водяных паров.

Подземные воды классифицируют по:

- характеру вмещающих грунтов;
- физическому состоянию;
- температуре;
- минерализации;
- характеру залегания.

По *характеру вмещающих грунтов* подземные воды делятся на поровые, залегающие в рыхлых пористых грунтах; пластовые, находящиеся в пластах осадочных пород; трещинные, залегающие в плотных, но трещиноватых породах. По *температуре* подземные воды делятся на исключительно холодные (менее 0 °С), весьма холодные (4–20 °С), тёплые (21–37 °С), горячие (37–42 °С), весьма горячие (42–100 °С), исключительно горячие (более 100 °С). К термальным водам относят подземные воды с температурой более 20 °С. На Земле термальных вод больше, чем холодных. По *минерализации* подземные воды делятся так же, как и все природные воды. Состав вод может быть самым разнообразным. Подземные воды, оказывающие лечебное воздействие на человека, называют *минеральными*. Минеральные воды – это воды, содержащие соли и газы. По составу они бывают углекислыми, сероводородными, железистыми, гидрокарбонатными.

По *условиям залегания* подземные воды образуют три группы: воды зоны аэрации, грунтовые воды и межпластовые (напорные и безнапорные).

Воды зоны аэрации включают почвенные воды и верховодку. Попадая после дождей или таяния снега в грунт, вода расходуется, прежде всего, на смачивание почвенного слоя и формирование почвенных вод. *Почвенными водами* называют временные скопления гравитационной и капиллярной воды в почвенной толще. *Верховодка* – временное скопление подземной воды над водоупорным слоем. Они имеют ограниченное распространение и неглубокое залегание. Уровень верховодки колеблется в течение года, т. к. зависит от атмосферных осадков, в засушливое лето эти воды обычно исчезают. Верховодка – это, как правило, достаточно грязные воды и, если из неё берётся вода, вокруг колодцев должна быть санитарная зона.

*Грунтовые воды* – это воды первого от поверхности постоянного водоносного горизонта, который имеет водоупорное ложе, но сверху не прикрыт водоупорным пластом. Грунтовые воды распространены повсеместно. Они тесно связаны с режимом выпадения осадков, поэтому их уровень испытывает сезонные колебания. Наибольшую роль в питании грунтовых вод играют длительные обложные осадки и талые весенние воды.

Скорость их перемещения в крупнозернистых песках – 1,5–2,0 м/сут., в мелкозернистых – 0,5–2,0 м/сут. Воды, залегающие близко к поверхности, в зимнее время могут замерзать. Основное свойство грунтовых вод – зональность, которая проявляется в глубине залегания, составе солей и общей минерализации. В связи с этим выделяют несколько зон:

- *тундровая зона ультрапресных вод*, где грунтовые воды лежат близко от поверхности, просачиваться им не позволяют водоупорные грунты и многолетняя мерзлота; испарение небольшое из-за низких температур;

- *лесная зона пресных высокостоящих вод*; в зоне хвойных лесов грунтовые воды залегают близко к поверхности: на водоразделах глубина залегания составляет 1,5–2 м, в понижениях нередко подходит к поверхности; в зоне широколиственных лесов глубина залегания увеличивается до 6–7 м;

- *степная зона слабоминерализованных и глубокозалегающих вод* характеризуется глубиной залегания грунтовых вод до 20–30 м; воды становятся солоноватыми (1–10 ‰); состав солей изменяется, увеличивается доля сульфатов и магния;

- *зона солёных глубокозалегающих вод полупустынной и пустынной зон*, где грунтовые воды залегают на глубине 50 м; они могут быть солёными (больше 24,7 ‰) и иметь разнообразный состав солей (натрий, калий, хлориды);

- *зона высокостоящих и пресных вод экваториальных лесов*, здесь близко к поверхности залегают пресные гидрокарбонатно-кальциевые воды.

*Межпластовые воды* – воды, залегающие между двумя водоупорными пластами, имеют водоупорное ложе и кровлю. Питание их атмосферными осадками происходит там, где водоносный горизонт выходит на поверхность, т. е. область питания межпластовых вод не совпадает с областью распространения. Они делятся на ненапорные и напорные. *Ненапорные* воды полностью водоносного горизонта не заполняют и стекают по уклону пласта, как и грунтовые. *Напорные* (артезианские) воды заполняют весь водоносный пласт и расположены между двумя водонепроницаемыми пластами таким образом, что вода находится под напором и при бурении может начать фонтанировать. Благоприятными условиями для их образования являются: наличие вогнутой тектонической складки (синеклизы, синклинали), чередование пластов разной степени проницаемости (водоносные и водоупорные), расположение напорного уровня выше земной поверхности. Структуры, которые содержат один или несколько водоносных горизонтов, называют *артезианскими бассейнами*. Самый крупный на Земле Западно-Сибирский артезианский бассейн имеет площадь 3 млн км<sup>2</sup>. Большой артезианский бассейн в Австралии – крупнейший в Южном полушарии.

*Гейзеры* – горячие источники, разновидность подземных вод, приурочены к областям недавнего или современного вулканизма, поэтому встречаются на Камчатке, в Японии, Новой Зеландии, Исландии.

Значение подземных вод в ГО велико. Они пополняют реки и озёра, являясь при этом самой устойчивой частью стока, принимают участие в формировании различных форм рельефа (например, карст, оползни), способствуют заболачиванию территории. Чистые, пресные подземные воды используются для промышленных и хозяйственно-бытовых нужд. Термальные воды в Исландии, Новой Зеландии, Японии используются для обогрева жилищ, теплиц, на них работают геотермальные электростанции.

**2. Реки.** *Реки* – естественный водный поток, протекающий в природном углублении – русле. К рекам обычно относятся водотоки с площадью бассейна не менее 50 км<sup>2</sup>. Водотоки меньшего размера называются ручьями. Рельеф и геологическое строение территории, климат, почвы, растительность оказывают существенное влияние на режим рек и формируют их природный облик. Река имеет *исток* – место, где река начинается. Река может начинаться от слияния двух рек (например, реки Бия и Катунь при слиянии образуют реку Обь). В этом случае истока у реки нет. *Устье* – место впадения реки в приёмный бассейн (море, озеро, другую реку). Наиболее распространёнными видами устьев рек являются *дельта*, *эстуарий* и *лиман*. Река, самостоятельно впадающая в приёмный бассейн и характеризующаяся основным расходом воды, большей длиной, полноводностью, называется *главной*. Во многих речных системах главная река отчётливо выделяется только в нижнем течении. Реки, впадающие в главную реку, называются *притоками первого порядка*, а их притоки – *притоками второго порядка* и т. д. Главная река с притоками образует *речную систему*. Все реки данной территории называются *речной сетью*, а все водные объекты, включающие помимо рек озёра, болота, источники – *гидрографической сетью*. Поверхность, с которой вода поступает в данную речную систему, называется *водосборным бассейном* (водосбор). Бассейн речной системы складывается из бассейнов притоков разных порядков. Бассейны рек входят в бассейны морей или океанов.

Бассейны рек разделены водоразделами. *Водораздел* – линия на карте или местности, отделяющая бассейны двух рек; в горных районах водоразделы проходят по хребтам, на равнине говорят о *водораздельном пространстве*. В некоторых местах водораздел провести невозможно, т. к. масса одной реки делится на две части и направляется в разные стороны, впадая затем в реки разных бассейнов. Такое явление получило название *бифуркация* (раздвоение).

*Питание* рек происходит за счёт поверхностного и подземного стока. К поверхностным источникам питания относятся *снеговое*, *дождевое*

и ледникового. Реки с преимущественно снеговым типом питания располагаются в субарктических и умеренных широтах, где имеет место устойчивый снежный покров в течение зимы. Доля снегового питания у таких рек составляет 60–70 % (р. Енисей, Обь, Волга), доля других источников питания (дождевого, подземного, ледникового) значительно меньше. Реки, протекающие в более низких широтах, имеют преимущественно дождевое питание. Сток таких крупнейших рек, как Амазонка, Конго, Замбези, формируется в основном за счёт дождевых вод. В полярных широтах и в горах, где реки начинаются у края ледника, основной источник питания – ледниковые воды. Практически все реки имеют *подземное* питание, в умеренных широтах доля подземного питания составляет 15–20 %. Чаще всего реки имеют смешанный тип питания.

*Водный режим* – изменение уровней и расходов воды в реке в течение года. *Уровень воды* – высота водной поверхности постоянной плоскости, принимаемой за нуль. *Расход воды* ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) – объём воды, проходящей через живое сечение за единицу времени (1 с):

$$Q = vS,$$

где  $Q$  – расход воды;  $v$  – скорость течения;  $S$  – площадь живого сечения.

Колебания уровней и расходов воды бывают периодические и непериодические. К *периодическим* относятся вековые, многолетние, внутригодовые колебания уровней и расходов воды. *Непериодические* (кратковременные) зависят от нагонов или дождевых паводков, экзогенных процессов: прорывом запруд в ледниковых озёрах, образованием оползней и др.

Большинство рек имеют следующие фазы водного режима: половодье, межень, паводки. *Половодье* – фаза водного режима реки, ежегодно повторяющаяся в данных климатических условиях в один и тот же сезон и характеризующаяся наибольшей водностью, высоким и длительным подъёмом уровня воды вследствие таяния снега, обильных дождей, заторов льда. Половодье часто сопровождается выходом воды на пойму, в этом случае начинается наводнение, затопление территории. *Паводок* – кратковременный непериодический подъём уровня воды в реке, связанный обычно с ливневыми осадками. Различают однопиковые и многопиковые паводки, одиночные паводки и паводочные периоды. Особенно сильные паводки бывают на реках муссонного климата, когда выпадает летом большое количество осадков.

*Межень* – самое низкое положение уровня воды в реке. В межень реки питаются только за счёт подземных вод. Межень наступает в результате сильного испарения (летом), зимой – из-за отсутствия поверхностного питания (зимняя межень).

Сочетания различных источников питания и режимов стока в течение года обусловили выделение типов водного режима рек. Выделяются следующие основные зональные типы водного режима:



- реки *арктического* типа имеют исключительно ледниковый тип, питание и сток исключительно летом, на большую часть года перемерзают;
- реки *субарктического* типа характеризуются преимущественно снеговым питанием и преобладающим летним стоком, незначительна роль подземного питания, перемерзают на холодное время года;
- реки *умеренного* типа делятся на подтипы: с преимущественно дождевым питанием и преобладанием стока зимой; с преимущественно снеговым питанием и стоком преимущественно весной, с преимущественно дождевым питанием и стоком преимущественно летом; большинство рек умеренного пояса являются замерзающими, однако длительность ледостава существенно варьирует в зависимости от расположения в поясе;
- реки *субтропического* типа имеют преимущественно дождевое питание и сток преимущественно зимой;
- реки *субэкваториального* типа имеют преимущественно дождевое питание и сток преимущественно летом; эти реки никогда не замерзают;
- реки *экваториального* типа обладают исключительно дождевым питанием, полноводны весь год.

*Термический режим рек* – это изменение температуры воды в реке в течение года. Он определяется поглощением суммарной солнечной радиации, эффективным излучением водной поверхности, затратами теплоты на испарение, его выделением при конденсации, теплообменом с атмосферой и ложем русла. По тепловому режиму реки разделяют на три класса:

- реки с тёплой водой без сезонных колебаний температуры воды в течение года;
- реки с небольшими сезонными колебаниями температуры воды, не замерзающие зимой;
- реки с большими сезонными колебаниями температуры воды, замерзающие зимой.

Суточные колебания температуры воды в реках составляют  $1-2^{\circ}$ , в малых реках могут быть до  $7^{\circ}$ . Максимальная температура воды в течение суток наблюдается около 16–18 ч, минимальная – на восходе Солнца. У малых и средних рек, протекающих в одном климатическом поясе, температурный режим практически одинаков на всём протяжении. Большие реки, протекающие через разные климатические пояса, имеют неодинаковый температурный режим в разных частях. Температура воды в большой реке, текущей с юга на север, как правило, выше, чем температура воды впадающего в неё притока. У рек, текущих с севера на юг, температура воды ниже, чем температура воды притока. Наиболее сложный температурный режим наблюдается у рек с большими сезонными колебаниями температуры воды, замерзающих зимой. Это реки умеренных

широт. Зимой подо льдом вода у поверхности реки имеет температуру около нуля. Температура речной воды зависит от источников питания. У рек, берущих начало у края ледника, температура в середине лета может понижаться из-за притока холодных ледниковых вод. У рек, имеющих большую долю подземного питания, температура воды летом немного понижена, зимой – повышена; в реках, вытекающих из озёр, температура весной ниже, т. к. поступает более холодная вода из озера, а осенью – наоборот.

*Ледовый режим* рек – совокупность процессов возникновения, развития и исчезновения льда на реках в течение года. По характеру ледового режима реки подразделяются на:

- реки с устойчивым ледовым покровом в течение всей зимы;
- реки с неустойчивым ледовым покровом, вскрывающиеся во время оттепелей;
- реки с ледовым покровом, образующимся не каждый год.

Реки, текущие в широтном направлении, замерзают почти одновременно по всей длине. Реки, текущие в меридиональном направлении, замерзают постепенно: от верховья, по течению (если протекают с севера на юг) или от низовий (если текут с юга на север). Продолжительность ледостава зависит от температуры, продолжительности и устойчивости зимнего периода. Например, река Лена у Якутска имеет 210 дней ледостава, Ока – 139 дней, Висла – 60 дней. Нарастание толщины льда на реках происходит с начала ледостава путём кристаллизации воды на нижней поверхности ледяного покрова, а также за счёт смерзания выпавшего снега на поверхности льда. Из-за быстрого течения или выхода грунтовых вод на поверхности образуются полыньи. На реках Восточной Сибири и Дальнего Востока нарастание толщины льда происходит за счёт образования наледей.

Вскрытие рек начинается при переходе среднесуточной температуры воздуха к положительным значениям под влиянием солнечной радиации, притока талых вод и адвекции теплоты. Приток талых вод вызывает подъём уровня воды, лёд всплывает, а у берегов появляются полосы чистой воды – закраины. На реке наблюдаются подвижки, ледяной покров разбивается на отдельные льдины и ледяные поля. Начинается движение льдин вниз по течению реки – весенний ледоход. При движении льдин вниз по течению на поворотах реки могут образоваться заторы. Особенно часто образуются заторы на реках, текущих с юга на север, т. к. в низовьях ледоход начинается позже и поверхность воды ещё подо льдом. Заторы на реках приводят к значительному повышению уровней воды и вызывают катастрофические наводнения. Так, например, заторы на реке Лене весной 2001 г. вызвали повышение уровня воды до 20 м и затопление городов Ленск, Олёкминск и др. Продолжительность весен-

него ледохода на больших реках, текущих с севера на юг, может достигать 10–20 дней. Река – уникальный природно-аквальный комплекс, в котором во взаимосвязи находятся растения и животные, населяющие реку, русло, речные отложения, и природная вода. Реки дренируют территорию, образуют своеобразные формы рельефа – речные долины, террасы, поймы.

**3. Озёра.** *Озеро* – естественный водоём с замедленным водообменом, не имеющий двухсторонней связи с океаном. Озеро – природно-аквальный комплекс, в котором взаимодействуют природные воды, растительность и животные, рельеф и грунт.

Озёра распространены по поверхности суши повсеместно. В основном они характерны для увлажнённых районов древнего оледенения (север Европы, Северной Америки), много их и в районах многолетней мерзлоты, на поймах рек. Наибольшее число крупных озёр с площадью более 100 км<sup>2</sup> располагается в Африке, Азии и Северной Америке. Самое большое по площади солёное озеро – Каспийское море, а пресное – озеро Верхнее (Северная Америка). Наибольший объём воды сосредоточен в Каспийском море, а среди пресных озёр – в Байкале, который является самым глубоким озером на Земле.

По *площади* озёра подразделяются на очень большие (с площадью свыше 1000 км<sup>2</sup>), большие (1000–100 км<sup>2</sup>), средние (100–10 км<sup>2</sup>) и малые (с площадью менее 10 км<sup>2</sup>). По *происхождению озёрных котловин* озёра делятся на:

- эндогенные;
- экзогенные.

*Эндогенные озёра* – это озёра, котловины которых созданы внутренними процессами, котловины экзогенных озёр созданы внешними процессами. В группу эндогенных озёр входят тектонические и вулканические. *Тектонические озёра* возникают в крупных тектонических прогибах на равнинах (оз. Ладожское, Верхнее, Виктория), в тектонических предгорных впадинах (озеро Балхаш), в разломах земной коры (оз. Байкал, Танганьика, Ньяса). Большинство крупных озёр имеют котловины тектонического происхождения. *Вулканические озёра* расположены в кратерах потухших вулканов (кратерные озёра на Яве, в Новой Зеландии). Самым крупным озером вулканического происхождения является озеро Киву (Африка).

Среди *экзогенных озёр* выделяются ледниковые, водно-эрозионные и водно-аккумулятивные, карстовые, суффозионные, эоловые, метеоритные, органогенные. *Ледниковые озёра* образуются в результате аккумулятивной или экзарационной (разрушительной) деятельности ледника на равнине и в горах. К горным экзарационным озёрам относятся каровые озёра Альп, Кавказа, троговые озёра Скандинавии, Южных Анд. К *водно-эрозионным* и *водно-аккумулятивным озёрам* относятся стари-

цы, возникающие на меандрирующих реках; запрудные озёра, образующиеся в результате горных обвалов. *Карстовые озёра* возникают в областях, сложенных растворимыми породами – известняками, гипсами, доломитами. Растворение пород приводит к образованию глубоких котловин, таких озёр много на Урале, Кавказе, в Крыму. Термокарстовые озёра формируются в местах распространения многолетнемерзлых горных пород в результате их протаивания и просадки грунта. *Суффозионные озёра* появляются благодаря просадкам, вызванным вымыванием (суффозией) подземными водами мелких нерастворимых частиц (озёра Казахстана и Центральной Азии). Карстовые, термокарстовые и суффозионные озёра иногда объединяют в группу *провальных озёр*. *Эоловые озёра* расположены в котловинах выдувания, созданных ветром. Заполняются водой они в результате затопления речными или морскими водами (оз. Теке в Казахстане). *Органогенные озёра* возникают на болотах тундры, лесотундр, тайги или среди коралловых построек. Котловины таких озёр создаются в результате неравномерного нарастания мхов.

*Водный баланс и водный режим озёр.* Приход воды в озеро определяется осадками, притоком поверхностных и подземных вод и конденсацией. Главную роль в приходе играет речной сток. Значение подземного стока в питании озёр невелико, но в карстовых областях может резко возрасти. Конденсация влаги играет роль на поверхности крупных озёр с холодной водой. Расход озёр составляют испарение, сток из озера, забор воды на хозяйственные нужды. Соотношение прихода и расхода определяет *водный баланс* озера.

По характеру водообмена озёра подразделяют на группы: *хорошо проточные, малопроточные, бессточные и глухие*. В хорошо проточные озёра впадает несколько рек и одна вытекает. Происходит непрерывная смена воды, вода пресная и чистая. В малопроточные озёра тоже впадает несколько рек, но сток осуществляется периодически. Такие озёра расположены в областях с малым увлажнением, вода в них имеет повышенную минерализацию. В бессточные озёра могут впадать реки, но стока из них нет (Каспийское, Аральское море). Глухие озёра не имеют ни притока, ни стока. Глухими являются небольшие озёра внутри болот, солёные озёра полупустынной зоны, каровые озёра в горах. Такие озёра встречаются в Австралии, Африке.

Водный баланс определяет водный режим озера, т. е. закономерное изменение уровня воды, площади, объёма воды в озере. При положительном балансе уровень воды озёр повышается, при отрицательном – понижается. Если водный баланс равен нулю, уровень воды в озере постоянный. Чем больше разность между приходом и расходом, тем значительнее колебания уровня. Колебания уровня воды в озёрах бывают периодические и непериодические. Периодические колебания являются проявлени-

ем гидрологического режима водоёмов. Основная причина таких колебаний – климатическая. Причиной *непериодических колебаний* являются интенсивные атмосферные осадки, сброс воды из водохранилища вниз по реке, впадающей в озеро, нагоны воды.

*Физико-химические свойства озёрных вод.* В озёрной воде нет характерного для океана постоянства состава солей. От речных вод озёрные воды отличаются большей солёностью и разнообразием состава солей, который в основном определяется поверхностным и подземным стоком; некоторые соли образуются в самом озере при растворении пород дна или жизнедеятельности населяющих организмов. Расходятся химические элементы в результате выноса их речными водами, осадения на дно озера.

По *степени солёности* озёра делятся аналогично всем водам гидросферы (пресные – с содержанием солей от 0 до 1 ‰, солоноватые – от 1 до 24,7 ‰, солёные – более 24,1 ‰, сильносолёные (рассолы) – больше 47 ‰).

По *составу солей* озёра делятся на гидрокарбонатные, сульфатные, хлоридные, кальциевые, магниевые, натриевые. В зонах с достаточным увлажнением озёра имеют гидрокарбонатно-кальциевую пресную воду. В зонах с недостаточным увлажнением озёра не имеют стока, соли в них постепенно накапливаются. В некоторых солёных озёрах вода представляет собой рассол – рапу, содержащую соли в состоянии, близком к насыщению. Если насыщение достигнуто, соли начинают осаждаться. Озёра, в которых проходит кристаллизация и осаднение солей, называются *самосадочными*.

*Термический режим озёр* – изменение температуры воды в озере в течение года. Для большинства озёр приход теплового баланса составляют радиационный баланс; теплота, поступающая из атмосферы. Теплота расходуется на передачу в атмосферу, в грунт, на испарение, на таяние льда, речной и подземный сток. Нагревание и охлаждение происходит в основном через водную поверхность.

*Термическая стратификация озёр* – распределение температуры в направлении от поверхности ко дну. Выделяют три типа температурной стратификации:

- *прямая температурная стратификация*, при которой наблюдается уменьшение температуры воды в направлении от поверхности ко дну;
- *обратная температурная стратификация*, при которой наблюдается увеличение температуры воды в направлении от поверхности ко дну;
- *гомотермия* – равномерное распределение температуры воды в направлении от поверхности ко дну.

По *типу температурной стратификации* все пресноводные водоёмы мира подразделяются на три группы (классификация Ф. А. Фореля):

- полярные (холодные) с температурой в течение года ниже 4°С и с обратной температурной стратификацией; такие озера существуют высоко в горах или в арктическом поясе;
- тропические (тёплые) с температурой в течение года выше 4 °С и с прямой температурной стратификацией. Такие озёра располагаются в экваториальном, субэкваториальном и тропическом поясах;
- умеренные (смешанные), у которых тип стратификации меняется в течение года. Такие озёра существуют в субтропическом, умеренном и субарктическом поясах.

Самый сложный ход температуры воды наблюдается в озёрах умеренных широт. Зимой в период зимнего охлаждения в них возникает *обратная температурная стратификация*. При понижении температуры воды от 4 до 0 °С вода становится легче и остаётся на поверхности. Поэтому охлаждается только небольшой поверхностный слой. На глубине температура воды – около 3–4 °С. Весной, когда происходит интенсивное нагревание, при увеличении температуры от 0 до 4 °С, вода становится тяжелее и благодаря плотностной конвекции опускается вниз, а на её место поднимается более холодная и легкая вода. Происходит выравнивание температуры воды от поверхности до дна (около 4 °С), возникает *весенняя гомотермия*. Летом в период летнего нагревания образуется *прямая температурная стратификация*. Температура воды на поверхности достигает 25 °С. Глубже лежит слой температурного скачка, где происходит сильное снижение температуры (вертикальный градиент температуры достигает 8–10 м). Осенью, когда наступает период охлаждения, температура в поверхностных слоях понижается. Вода становится более тяжёлой и опускается вниз. Когда во всей толще воды в озере температура приближается к 4 °С, возникает *осенняя гомотермия*.

По характеру ледового режима среди замерзающих озёр три группы:

- с неустойчивым ледоставом;
- с устойчивым ледоставом зимой;
- с ледоставом в течение всего года.

В ледовом режиме выделяются фазы *замерзания, ледостава, вскрытия*. Процесс замерзания в озёрах начинается так же, как и на реках, – с возникновения заберегов, ледяных игл и сала. На крупных озёрах береги называются *припаем*. При слабом ветре температура поверхностного слоя воды быстро падает до нуля, переохлаждается, образуется ровный гладкий покров из прозрачного кристаллического льда. При сильном ветре образование льда на поверхности воды невозможно из-за волнения. Но благодаря волнению переохладение воды распространяется на глубину, начинается образование внутриводного льда. При очень сильных ветрах и небольшой глубине озера возможно образование донного льда. Ледостав на озёрах наступает на 8–10 дней раньше, чем на реках, из-за

отсутствия течений. Вскрываются озёра в результате увеличения суммарной радиации, притока тёплых талых вод. У берегов озера появляются закраины, лёд становится пористым, разламывается на отдельные льдины. В бессточных озёрах лёд тает на месте, в проточных выносятся реками. Вскрываются озёра на 8–15 дней позднее, чем реки.

*Движение воды в озере.* Массы воды в озере непрерывно перемещаются, движение воды подразделяется на волнение, течения и сейши. Главная причина возникновения озёрных волн – ветер. *Волнение* на озёрах развивается быстрее и затихает сразу после прекращения ветра. Озёрные волны имеют высоту до 3–4 м на крупных озёрах, 0,5 м – на небольших. *Течения* в озере возникают из-за ветра, впадающей и вытекающей из озера реки. Под действием ветров на озёрах возникают временные ветровые течения. Если ветер дует продолжительное время, на озере образуется установившееся (дрейфовое) течение. Впадающие и вытекающие из озера реки обуславливают образование постоянных течений в озере. Если объём приходящей или уходящей речной воды незначителен по сравнению с объёмом озера, то течение в озере выражено слабо. Приток или отток большого объёма воды вызывает в озере постоянное течение, однако скорость течения в озере заметно ниже. Ветровое волнение сказывается только в поверхностном слое воды. Иногда в озере возникают колебания всей массы воды. Стоячие, свободные волны, формирующиеся под влиянием резкого нарушения равновесия воды, называются *сейши*. Они образуются в результате землетрясений, резкого изменения давления при нагоне воды. Высота сейш – несколько сантиметров, период колебания – от 4 ч до двух суток. Например, на Байкале регистрировались сейши с периодом 4 ч 51 мин и высотой около 14 см.

Значение озёр в географической оболочке велико. Озёра оказывают воздействие на внутриматериковый влагооборот воды, местные климатические условия, увеличивая влажность и снижая колебания температуры, образуя местные ветры (бриз). Озёра оказывают регулирующее воздействие на речной сток: реки, вытекающие из озёр, полноводны в течение всего года, повышают уровень грунтовых вод. Большие озёра являются резервуарами пресной воды, из солёных добывают минеральное сырьё. Озёра – места отдыха и водного туризма. В последнее время озёра используются как рыбные фермы.

**4. Болота.** *Болото* – избыточно увлажнённая территория с влаголюбивой растительностью и слоем торфа более 30 см. Наиболее заболочены территории материков Евразия и Северная Америка, 70 % болот располагается в России, особенно много их в тундре и тайге. Причины образования болот:

- зарастание озёр;
- постоянное или периодическое переувлажнение почвогрунтов, возникающее при выпадении большого количества осадков;

- малое испарение;
- отсутствие стока или замедленный сток.

В целом для образования и развития болот необходим комплекс условий. Болото непрерывно развивается, в его развитии существенную роль играет растительность. По условиям образования и местоположению выделяют болота:

- *низинные*, образующиеся в понижениях рельефа, на днищах оврагов, балок, на поймах рек. Они питаются за счёт атмосферных осадков и грунтовых вод, следовательно, богаты минеральными веществами и являются эвтрофными, имеют вогнутую или плоскую поверхность;

- *верховые*, формирующиеся на плоских водоразделах, питаются только атмосферными осадками и бедны питательными веществами, являются олиготрофными, имеют мощный слой торфа. Постепенно поверхность болота приобретает выпуклый профиль из-за накопления в центре болота торфа;

- *переходные*, которые образуются на склонах и существуют как переходная стадия от низинных к верховым болотам, их называют мезотрофными, имеют плоскую поверхность.

Гидрологическая роль болот заключается в уменьшении поверхностного и подземного стока вследствие повышенного испарения и транспирации с поверхности. Болота поддерживают уровень грунтовых вод, осушение болот приводит к понижению их уровня. Торф верховых болот используется как топливо. Болота – среда обитания для множества живых организмов.

**5. Ледники.** *Ледники* – движущиеся многолетние толщи снега и льда, возникающие на суше в результате накопления и постепенного преобразования твёрдых атмосферных осадков (снега). Современные ледники занимают 16 млн км<sup>2</sup>, из них 99 % приходится на полярные широты.

Оболочка Земли, где может образоваться ледник, называется *хионосферой*. Впервые её выделил *М. В. Ломоносов*, назвав морозной атмосферой. Термин «хионосфера» предложил *С. В. Калесник* в 1939 г. В хионосфере баланс твёрдых атмосферных осадков положителен, т. е. выпадает осадков больше, чем успевают растаять или испариться. Верхняя граница хионосферы лежит вблизи тропопаузы, на этой высоте осадков мало, и даже при низкой температуре они не сохраняются. Нижняя граница называется *климатической снеговой границей*. Чем ниже температура воздуха и больше осадков, тем благоприятнее условия для накопления снега и льда и, следовательно, тем ниже располагается климатическая снеговая граница. В полярных широтах она лежит на уровне океана. От полярных широт к тропикам высота климатической снеговой границы увеличивается. На экваторе климатическая снеговая граница располагается до высоты 4500 м. В Северном полушарии лежит выше, чем в Южном. Например, на



86° с. ш. её высота колеблется от 50 до 300 м, в Южном полушарии снеговая граница достигает уровня океана уже на 70° ю. ш. *Орографическая снеговая граница* – это нижняя граница распространения ледников.

По происхождению ледники подразделяют на покровные и горные. *Покровные ледники* размещаются на материках, крупных островах, в тех районах, где климатическая снеговая граница располагается на уровне океана. К ним относятся ледники Антарктиды, Гренландии, островов Северного Ледовитого океана. Форма покровных ледников выпуклая. Среди покровных ледников выделяют *ледниковые купола* (крупные выпуклые ледники мощностью до 1000 м); *ледниковые щиты* (выпуклые ледники мощностью более 1000 м), *выводные ледники*, *ледниковые покровы*, *шельфовые ледники*, *ледяные шапки*.

*Горные ледники* в целом занимают меньшие территории и образуются там, где горы достигают климатической снеговой границы, и подразделяются на ледники вершин, склонов и долин. Форма ледников *вершин* соответствует форме самой вершины – коническая или плоская. Ледники *склонов* делятся на висячие, каровые и цирковые. Самые распространённые в горах ледники – *долинные*, они чрезвычайно разнообразны по форме и условиям образования.

Основным источником питания ледников являются *атмосферные осадки*, второстепенное значение имеют *метелевый перенос*, *снег лавин*, *сублимация на поверхности льда*. Процесс формирования ледника – это процесс превращения снега в лёд. *Снежинки* превращаются в зёрна под влиянием испарения, таяния и давления вышележащих слоёв. Образуется зернистый лёд – *фирн*. Превращение фирна в *глетчерный лёд* происходит в результате уплотнения, вытеснения воздуха из пор, замерзания воды в порах. Глетчерный лёд – плотный, прозрачный, голубоватый, без пузырьков воздуха. На образование толщи льда влияет *режеляция* – способность кристаллов льда смерзаться друг с другом. Для превращения снега в лёд нужно 20–30 лет.

Главная особенность ледников – движение. Оно возникает под действием силы тяжести. Ледники движутся по уклону местности. Нижние части ледника, находящиеся под большим давлением, пластичны, верхние – хрупки. Скорость движения ледника зависит от:

- уклона поверхности;
- мощности ледника (чем больше масса, тем больше скорость движения);
- температуры воздуха; от температуры зависит пластичность льда (чем выше температура, тем пластичнее лёд и тем быстрее скорость движения ледника).

В отдельных случаях скорость ледника внезапно возрастает в десятки и сотни раз за короткое время. Это так называемые «рывки» ледника. Наряду с подвижными ледниками существуют и *стационарные* лед-

ники. Ледники консервируют огромные запасы пресной воды, являются источником питания для рек. Используют их пока недостаточно, только отдельные айсберги пробуют использовать для пополнения запасов пресной воды. Покровные ледники Антарктиды и Гренландии являются мировыми холодильниками, над ними существуют постоянные барические максимумы, ответственные за общую циркуляцию атмосферы.

**6. Гидросфера и человек.** Океаносфера активно используется человеком. Первое место занимает рыболовство. За последние 40–45 лет улов рыбы увеличился в пять раз. В меньшем объёме пока добываются водоросли, ракообразные. Одна из проблем заключается в перелове рыбы и других животных. Ещё в 30-е гг. XX в. основой китобойного промысла были синие киты, которые сейчас практически истреблены. В начале XX в. в результате хищнического ведения промысла калана и морского котика они были близки к истреблению. Самую большую группу организмов в океане составляет планктон, но человек его использует мало. Планктон – сырьё для получения витаминов, лечебного жира, лекарств. Основная проблема – загрязнение океана, 70 % его связано с наземными источниками. Загрязняющими веществами являются нефть, сточные воды, химические вещества, мусор, радиоактивные отходы. Загрязнение океана сказывается на здоровье людей. Токсичные вещества через цепи питания вызывают специфические заболевания. Основной загрязнитель в настоящее время – нефть, которая отрицательно воздействует на все группы морских организмов, особенно живущих у поверхностной плёнки воды. Глобальный характер носит загрязнение океана тяжёлыми металлами: ртутью, свинцом, кадмием. Они попадают в океан через атмосферу, с речным стоком и встречаются повсеместно, ежегодно в океан попадает около 10 тыс. т ртути, около 2 млн т свинца. Тяжёлые металлы накапливаются в живых организмах. Ртуть усваивается планктоном, кадмий – мидиями, цинк – устрицами, мышьяк был найден в крабах. В океане отмечено загрязнение ядохимикатами – пестицидами и гербицидами. Они попадают в океан с сельскохозяйственными стоками, через атмосферу. Инсектицид ДДТ накапливается в организмах, влияет на изменение наследственных признаков. На начало 80-х гг. XX в. в Мировом океане было накоплено 450 тыс. т ДДТ. Радиоактивное загрязнение появляется в океане после испытаний ядерного оружия под землёй, сбросов жидких отходов прибрежных атомных станций, захоронения низкоактивных отходов в контейнерах и аварий атомных подводных лодок.

Развитие рекреационных комплексов на морских берегах вызывает деградацию прибрежной зоны. Качество воды многих рек и озёр не отвечает нормативным требованиям. В речных водах превышено содержание нефтепродуктов, соединений меди, цинка, нитратов. Многие водоёмы утратили способность к самоочищению.

Использование подземных вод приводит к созданию депрессивных воронок до 50 км<sup>2</sup> площадью и падением уровня подземных вод до 130 м. Подземные воды загрязнены сульфатами, хлоридами, нефтепродуктами, тяжёлыми металлами. Создание оросительных систем приводит к подтоплению, засолению и осолонцеванию земель.

### ***Контрольные вопросы и задания***

1. Раскройте содержание понятия «подземные воды». Каковы условия их образования?
2. Раскройте содержание понятий «река», «гидрографическая сеть», «речная сеть», «речная система»?
3. Каковы источники питания рек?
4. Что подразумевается под термическим и водным режимами рек? Какие существуют зональные типы водного режима рек? Ледовый режим рек. Как классифицируют реки по температурному и ледовому режимам?
5. Раскройте содержание понятия «озеро». Распространение озёр.\*
6. Каково происхождение озёрных котловин?\*
7. Каковы особенности водного баланса и водного режима озёр? Какие существуют озёра по характеру водообмена?
8. Перечислите физико-химические свойства озёрных вод.\*
9. Перечислите и охарактеризуйте типы термической стратификации озёр.
10. Как происходит движение вод в озере?
11. Каковы причины образования болот? На какие генетические типы подразделяют болота?\*
12. Каковы условия образования ледников? На какие генетические типы они подразделяются?\*

## **2.9. Литосфера: границы и динамика. Эндогенные процессы**

**1. Границы литосферы, свойства горных пород, классификация рельефа.** *Литосфера* – каменная оболочка Земли, включающая земную кору и часть верхней мантии, имеющая мощность 150–200 км. Литосфера разбита глубинными разломами на крупные блоки – *литосферные плиты*, которые движутся в горизонтальном направлении со средней скоростью 5–10 см в год. Одни плиты движутся навстречу друг другу, другие – в разных направлениях. Наиболее крупными литосферными плитами являются Евразийская, Тихоокеанская, Африканская, Индо-Австралийская, Антарктическая, Североамериканская и Южноамериканская. В земной коре обнаружено 90 химических

элементов, но наиболее широко распространены и составляют 97,2 % лишь 8 элементов (кислород – 49 %, кремний – 26 %, алюминий – 7,5 %, железо – 4,2 %, кальций – 3,3 %, натрий – 2,4 %, калий – 2,4 %, магний – 2,4 %).

Горные породы – сложные и закономерные сочетания минеральных масс, залегающих в виде слоёв или крупных скоплений (тел). Горные породы и минералы делятся на:

- магматические;
- осадочные;
- метаморфические.

*Магматические* минералы и горные породы образуются в глубинах Земли в условиях высоких температур и давления в результате кристаллизации магмы. Они составляют 95 % массы вещества, слагающего земную кору. *Осадочные* горные породы формируются на поверхности Земли в условиях низких температур и давления. Исходным материалом для их образования служат ранее образовавшиеся породы. Осадочные породы подразделяются на группы: обломочные (пески, галечники), глинистые (глины), химические (каменная соль, гипс) и органогенные (известняки, торф). *Метаморфические* горные породы и минералы образуются под воздействием высокого давления, высоких температур, горячих паров и газов. Метаморфизации подвергаются осадочные и магматические породы (например, пески превращаются в песчаники и кварциты, известняки – в мраморы, глины – в глинистые сланцы и др.).

*Рельеф* – совокупность неровностей земной поверхности определённого геологического строения. Рельеф образуется в результате сложного взаимодействия земной коры с водной и воздушной оболочками, живыми организмами и человеком. Рельеф состоит из *форм* – отдельных неровностей, представляющих собой трёхмерные тела, занимающие определённый объём. Формы рельефа имеют элементы – грани, рёбра, углы и образуют *типы* рельефа – закономерные сочетания форм, объединённых единством происхождения. Формы рельефа могут быть *замкнутыми* или *открытыми*. Замкнутые обрисовываются замкнутыми *изогипсами* – линиями, соединяющими точки с одинаковой высотой, в открытых формах (например, овраг) изогипсы не замыкаются.

Формы рельефа могут быть *простыми* и *сложными*, *положительными* и *отрицательными*. Простые формы обычно небольшие по размерам, имеют практически правильные геометрические очертания, состоят из элементов рельефа. Сложные формы – это комбинации простых форм. К положительным формам рельефа относятся формы, выступающие относительно некоторого субгоризонтального уровня, отрицательные формы углублены относительно этого уровня.

По размерам формы рельефа делятся на:

- планетарные;

- мегаформы;
- макроформы;
- мезоформы;
- микроформы;
- наноформы.

*Планетарные* формы рельефа занимают большие площади (сотни тысяч квадратных километров). К ним относятся материковые выступы, ложе океана, переходные зоны (геосинклинальные области) и срединно-океанические хребты. Материковые выступы – крупнейшие положительные формы рельефа, представленные, главным образом, сушей, меньшая часть называется подводной окраиной материка и является частью дна Мирового океана. Материковые выступы сложены корой материкового типа. Ложе океана – основная форма рельефа дна Мирового океана. Располагается ложе на глубине более 3 км и характеризуется океаническим типом земной коры. Переходные зоны формируются в основном у восточных краев материков. Особенно хорошо развита эта зона в Тихом океане. Сложены они корой переходного (геосинклинального) типа. Срединно-океанические хребты – крупнейшая горная система, проходящая через все океаны, сложенная рифтогенной корой, протягивающаяся на 60 000 км через все океаны.

*Мегаформы* занимают площади в десятки тысяч квадратных километров. К ним относят горные страны и крупные равнины в пределах материков, крупные впадины ложа океана, например, Кавказ, Русская равнина, Бразильская впадина (Атлантический океан).

*Макроформы* – части мегаформ, площадь их около 1000 км<sup>2</sup>. К макроформам относятся отдельные хребты и впадины той или иной горной страны, крупные речные долины.

*Мезоформы* – это средние формы рельефа, измеряющиеся квадратными километрами, примером мезоформ служат дюны, барханные гряды, троговые долины, ледниковые цирки и многие другие формы рельефа.

*Микроформы* – это очень небольшие формы рельефа, осложняющие поверхность мезоформ. Примером микроформ служат, например, карстовые воронки, береговые валы, а наноформ – луговые кочки, эрозионные борозды и др.

Учёные предполагают, что планетарные формы рельефа обязаны своим происхождением космическим факторам, а мегаформы и макроформы сформировались в результате деятельности эндогенных процессов. Возникновение микроформ и наноформ связано с экзогенными процессами.

Генетическую классификацию форм рельефа предложил *И. П. Герасимов* и *Ю. А. Мещеряков*. Они разделили рельеф на три крупные группы:

- геотектуры;
- морфоструктуры;
- морфоскульптуры.

*Геотекстуры* – это самые крупные формы рельефа, образованные космическими и эндогенными процессами. К космическим факторам относятся осевое вращение Земли, взаимодействие планет и спутников. К геотекстурам относятся перечисленные выше планетарные формы рельефа: материковые выступы, ложе океана, переходные зоны и срединно-океанические хребты.

*Морфоструктуры* – преимущественно крупные формы рельефа, обязанные своим происхождением эндогенным процессам, в основном тектоническим движениям. Морфоструктурами являются мегаформы и макроформы рельефа; например, горы в пределах горных стран или части платформенных равнин.

*Морфоскульптуры* – формы рельефа, образованные экзогенными процессами. К морфоскульптурам можно отнести ряд макроформ, например крупные речные долины, а также мезоформы, микроформы и наноформы. Главная особенность морфоскульптур – их зональность, т. к. своеобразие форм, интенсивность их развития зависит от деятельности экзогенных процессов, источником энергии которых служит солнечная радиация, количество атмосферных осадков и др.

*Коры выветривания (элювий)* – это комплексные тела, образующиеся в результате сложного взаимодействия геосфер географической оболочки – литосферы, гидросферы, атмосферы и живого вещества. Они тесно связаны с подстилающими горными породами, самая главная их особенность, как и у морфоскульптурного рельефа, – зональность. При активном взаимодействии всех компонентов и длительности элювиального процесса развивается мощная кора выветривания, мощность может достигать сотен метров.

*Выветривание* – процесс разрушения и химического изменения горных пород под воздействием атмосферы, воды и организмов. Выветривание бывает:

- физическим;
- химическим;
- органогенным.

Все эти процессы связаны и действуют одновременно, но интенсивность проявления каждого из них определяется климатом, составом пород.

*Физическое выветривание* – это процесс растрескивания породы вследствие большой суточной амплитуды температур. Оно наиболее интенсивно протекает в тропических и внетропических пустынях или на склонах высоких гор. В полярных широтах большую роль играет морозное выветривание – растрескивание породы благодаря расширению воды при замерзании, в результате компактные породы распадаются на остроугольные обломки – глыбы, щебень, песок.

*Химическое выветривание* – процесс изменения состава горных пород под действием  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$ , органических кислот. В результате образуются новые породы и минералы. Химическое выветривание наблюдается повсеместно, но наиболее активно оно протекает в экваториальных широтах и во влажных тропиках.

*Органогенное выветривание* – процесс разрушение горных пород механически – корнями растений или деятельностью животных или благодаря воздействию органических кислот. Очень интенсивно этот процесс протекает во влажных экваториальных и тропических лесах.

**2. Динамика литосферы.** Рельеф формируется в результате взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов. Эти процессы взаимосвязаны. Эндогенные процессы создают наиболее крупные формы рельефа, а экзогенные процессы в ходе своей деятельности могут усложнять или упрощать рельеф эндогенного происхождения. Они могут расчленять поверхность крупных эндогенных форм рельефа, вырабатывать более мелкие микро– или наноформы рельефа. Экзогенные процессы могут полностью срезать первичный рельеф, созданный эндогенными процессами. Разрушение горных пород и перемещение продуктов разрушения в результате совокупного действия всех экзогенных процессов называется *денудацией*.

*Основной источник энергии эндогенных процессов – тепловая энергия*, образующаяся за счёт гравитационной дифференциации вещества внутри Земли и радиоактивного распада. Гравитация и радиоактивность, разогрев и охлаждение недр ведут к изменениям объёма масс вещества, слагающего мантию и земную кору. Расширение земного вещества обуславливает возникновение вертикальных движений мантии и земной коры, которая реагирует на это образованием складок или разрывами и перемещениями крупных блоков литосферы. Следовательно, одним из ведущих эндогенных рельефообразующих процессов являются тектонические движения.

Разломы проникают в толщу земной коры и достигают очагов плавления пород. По каналам расплавленное вещество – магма – начинают двигаться к поверхности. Её рельефообразующая роль заключается в том, что при застывании магмы внутри земной коры образуются магматические тела, при излиянии расплавленного вещества на поверхность – вулканические покровы и конусы. Образование разрывов в земной коре, быстрые перемещения магмы в её недрах сопровождаются резкими толчками – землетрясениями. Следовательно, тектонические движения, вулканизм, глубинный магматизм, землетрясения – эндогенные рельефообразующие процессы, способствуют возникновению самых крупных форм – геотектур и морфоструктур. Однако создаваемые ими формы рельефа в первозданном виде встречаются на поверхности Земли редко, т. к. они постоянно подвергаются воздействию экзогенных процессов.

*Главный источник энергии экзогенных процессов – солнечная радиация.* На поверхности Земли она преобразуется в энергию движения воды, воздуха, вещества литосферы. К числу экзогенных процессов относится рельефообразующая деятельность поверхностных текущих вод, деятельность ветра и ледников, деятельность приливов и течений, деятельность мерзлотных процессов, деятельность живых организмов и человека и др.

*Факторы рельефообразования.* Факторы рельефообразования непосредственно не участвуют в образовании рельефа, но определяют набор рельефообразующих процессов, степень их интенсивности и особенности проявления. К ним относятся:

- вещественный состав пород;
- геологические структуры;
- климатические условия.

*Вещественный состав пород.* Степень проницаемости горной породы для атмосферных осадков имеет большое морфологическое значение. В легкопроницаемых горных породах поверхностный сток, а, следовательно, и поверхностная эрозия могут вообще отсутствовать. В водупорных горных породах большая часть атмосферных осадков стекает по поверхности, образуя густую сеть водотоков. При полном отсутствии смыва склоны долгое время сохраняют крутизну. Долины в легкопроницаемых породах имеют вид узких каньонов. Горизонтальная слоистость пород обуславливает развитие ступенчатых склонов, каньонов и столовых стран. Чередование пластов разной степени устойчивости является условием при образовании ступенчатых склонов: более прочный пласт формирует площадку, менее прочный быстрее разрушается, образуя нишу. В аридных условиях долины приобретают вид каньонов. При тектонических поднятиях более прочный пласт предотвращает размыв вершины, по трещинам происходит заложение оврагов и речных долин, территория приобретает вид столовой страны. Большое рельефообразующее значение имеет *растворимость горных пород*. В местах развития этих пород территория приобретает своеобразный вид, для которого характерно распространение карста. Расширенные растворением трещины становятся способными поглощать не только атмосферные осадки, но и воду рек, попадающих на эту территорию, в связи с чем возникает особый тип исчезающих и внезапно появляющихся рек.

*Геологические структуры* – важнейший фактор формирования рельефа. Горные породы в земной коре находятся в различных соотношениях друг с другом, определяя геологическую структуру территории. Равнинам и плато свойственна более или менее горизонтальная структура, под горизонтально залегающими породами лежит древний складчатый фундамент. Их рельеф характеризуется плоскими или слабоволнистыми междуречьями, которые затем резко переходят в крутые склоны речных



долин. В случае чередования стойких и податливых пород, залегающих горизонтально, возникает ступенчатый рельеф. Более сложный рельеф возникает на месте складчатых и глыбовых структур. Складчатые структуры находят свое выражение в образовании складчатых гор, характеризующихся острыми гребнями, крутыми склонами, пикообразными вершинами и значительными высотами. Глыбовые горы более низкие и имеют выровненную вершину.

*Климатические условия* обуславливают характер и интенсивность процессов выветривания. От климата зависит набор экзогенных процессов и скорость их протекания. Например, в аридных (засушливых) условиях на первое место выходит физическое выветривание, т. к. в течение дня наблюдаются значительные колебания температуры. Среди экзогенных рельефообразующих процессов ведущее место принадлежит склоновым процессам и деятельности ветра. Здесь практически не развиваются эрозионные формы, т. к. мало атмосферных осадков. В гумидных (влажных) условиях приобретает наибольшее значение химическое выветривание, из экзогенных процессов ведущую роль играет деятельность водотоков. В результате наиболее густая эрозионная сеть развивается в экваториальных и умеренных широтах, где выпадает значительное количество осадков. Климат влияет на процессы рельефообразования как непосредственно, так и через другие компоненты – воду, растительность, почвы. Например, поверхностный сток резко ослабевает в условиях богатого растительного покрова даже на крутых склонах, а поверхности с разреженным растительным покровом становятся уязвимыми для эрозионных процессов. В случае сухости и рыхлости грунтов становятся уязвимыми и для деятельности ветра. Иногда на той или иной территории можно заметить несоответствие между климатом и рельефом. Например, на севере Европы широко распространены формы, созданные деятельностью ледника, хотя в настоящее время здесь ледников нет. Объясняется это тем, что в прошлом территория испытала четвертичное оледенение, и был сформирован ледниковый рельеф. Сохранность форм обусловлена тем, что рельеф изменяется медленнее, чем климат. Такой рельеф называется реликтовым. Следовательно, рельеф отдельных территорий определяется особенностями современного климата и климата прошлых геологических эпох.

**3. Эндогенные процессы и рельеф.** К эндогенным процессам относятся:

- тектонические движения;
- магматизм и вулканизм;
- землетрясения.

Среди тектонических движений выделяют два типа – вертикальные и горизонтальные. Оба типа движений могут происходить как самостоятельно, так и во взаимосвязи друг с другом, нередко один тип движений порождает другой.

Согласно концепции тектоники литосферных плит, восходящие конвективные потоки расплавленного вещества верхней мантии приводят к формированию крупных положительных форм рельефа – срединно-океанических хребтов. В дальнейшем в их осевой части закладываются рифтовые долины – грабены, образующиеся за счёт разрывных дислокаций. Поступление новых порций мантийного вещества в рифтовую долину вызывает раздвижение литосферных плит – *спрединг* – в горизонтальном направлении. Таким образом, вертикальные движения способствуют возбуждению горизонтальных движений. Когда литосферные плиты перемещаются в горизонтальном направлении навстречу другу, это вызывает поддвиг океанических плит под материковые (*субдукция*), образование переходных зон (геосинклинальных областей) или надвигание одной континентальной плиты на другую с образованием грандиозных горных сооружений. Горизонтально залегающие горные породы сминаются в складки, складки осложняются многочисленными разрывами. Следовательно, наблюдается обратный процесс – переход горизонтальных движений в вертикальные.

Среди складчатых дислокаций выделяют простые и сложные складки. Простыми видами складок являются *антиклинали* (положительные складки, соответствующие положительным формам рельефа) и *синклинали* (отрицательные складки, соответствующие отрицательным формам рельефа). Более крупные и сложные складки – *антиклинории* и *синклинории* – представлены в рельефе горными хребтами и разделяющими их понижениями. Примером может служить антиклинорий Главного хребта Большого Кавказа. Ещё крупнее поднятия, состоящие из нескольких антиклинорий и синклинорий, – *мегантиклинории*. Они представлены в рельефе крупными горными странами (например, Большой Кавказ, Альпы и др.).

Складкообразование обычно сопровождается разрывными нарушениями и магматизмом. Они усложняют структуру складчатых областей. Простейшим видом разрывов являются трещины. Наиболее глубокие трещины, уходящие в мантию, называются *глубинными разломами*.

Разрывные нарушения имеют большое морфологическое значение. Системы сбросов образуют ступенчатый рельеф. Смещение блоков горных пород относительно друг друга создаёт столовые глыбовые и складчато-глыбовые горы. Широко развиты глыбовые горы в Африке. Складчато-глыбовые горы возникают на месте развития древних складчатых структур. К таким горам, например, относятся Алтай, Тянь-Шань. Особенно велика роль разрывных нарушений в областях распространения древних складчатых структур, они приводят к созданию глыбовых гор, *горстов* и *грабенов*. Грабены в рельефе образуют котловины (например, грабен озера Байкал, а горсты представляют окружающие его горы).

Горизонтальные движения обуславливают перемещение литосферных плит относительно друг друга. Следовательно, благодаря им образуются горные страны; материки и океаны изменяют свои очертания. Крупные горизонтальные движения земной коры наблюдаются на дне океанов, в местах пересечения срединно-океанических хребтов глубинными разломами.

Вертикальные колебательные движения охватывают огромные площади, их рельефообразующее значение очень велико. Они участвуют в образовании форм разного ранга. Эти движения лежат в основе создания самых крупных – планетарных форм рельефа, приводят к формированию морфоструктур. В пределах равнин образуются синеклизы и антеклизы, представленные в рельефе низменностями и возвышенностями. Например, Прикаспийская низменность соответствует Прикаспийской синеклизе.

Существенную роль в создании современного рельефа играют *новейшие тектонические движения*, происходившие в неоген – четвертичный период. Области со слабовыраженными вертикальными положительными новейшими движениями соответствуют в рельефе равнинам, невысоким плато и плоскогорьям. Областям интенсивных тектонических погружений соответствуют низменности с мощным чехлом четвертичных отложений (например, Прикаспийская, Колымская низменность). Областям интенсивных поднятий соответствуют горы.

*Магматизм и вулканизм.* Различают интрузивный (глубинный) магматизм и эффузивный (излившийся) магматизм (вулканизм). Интрузивный магматизм приводит к образованию морфоструктур – отдельных хребтов. Вулканизм обуславливает возникновение вулканических покровов и конусов. В настоящее время на Земле насчитывается около 500 действующих вулканов, число потухших во много раз больше. По данным некоторых учёных, на дне Тихого океана насчитывается больше 1000 подводных вулканов.

Вулканизм проявляется на земной поверхности в виде трещинных излияний и центральных извержений. При трещинных излияниях большие массы обычно жидкой базальтовой лавы извергаются через узкие длинные трещины и разливаются по местности, образуя базальтовые поля. Центральные извержения происходят через каналы – жерла, которые у поверхности заканчиваются воронкой – кратером. Выделяют несколько типов вулканов:

- экструзивные купола;
- щитовые вулканы;
- стратовулканы.

*Экструзивные купола* – вулканические купола, образующиеся при излиянии кислой лавы. Такая лава очень вязкая и быстро остывает, образуя купол правильной формы до 500 м в высоту и несколько километров в диа-

метре. *Щитовые вулканы* возникают при излиянии основной лавы. Базальтовая лава жидкая и подвижная, поэтому излияние происходит на большие расстояния. В этом случае купол имеет пологие склоны. *Стратовулканы* формируются при неоднократном отложении лав и обломочного материала и имеют почти правильную коническую форму. Для строения конуса характерно чередование лав, вулканического пепла и песка. Вулканической деятельности сопутствуют поствулканические явления. К ним относят фумаролы, гейзеры, горячие источники. *Фумаролами* называются выделения паров и газов на остывающих лавовых потоках, на склонах вулканов и в кратере. *Горячие источники* – термы – изливают воду с температурой ниже 100 °С. Вода источников минерализована. В отличие от гейзеров горячие источники распространены не только в вулканических областях, но и в районах, прекративших вулканическую деятельность. Извержения вулканов могут представлять большую опасность. Например, извержение Кракатау в 1883 г. на острове в Зондском проливе уничтожило остров. Возникло цунами, обрушившееся на прибрежные районы. При извержении вулкана Катмай на Аляске в 1912 г. вверх поднялось 20 км<sup>3</sup> рыхлого материала, вследствие чего лесной массив вблизи вулкана превратился в плоскую равнину с действующими фумаролами, называемую «Долиной тысячи дымов».

*Землетрясения* играют существенную рельефообразующую роль, которая заключается в образовании трещин, смещении блоков земной коры в вертикальном и горизонтальном направлении. Так, например, при землетрясении в Португалии в конце XVIII в. набережная Лиссабона ушла под воду и глубина залива на её месте достигла 200 м. Нередко землетрясения приводят к образованию структур типа грабенов. Землетрясения могут активизировать экзогенные процессы. На крутых склонах гор при землетрясениях начинаются обвалы, осыпи и оползни. Рыхлый материал, скопившийся на склонах в верховьях горных рек, при землетрясениях может сформировать грязекаменный поток – *сель*. Устремляясь вниз по долине, сель производит огромную разрушительную работу. Определённую рельефообразующую роль играют и морские землетрясения – *моретрясения*, под воздействием которых перемещаются массы донных отложений. Моретрясения вызывают образование морских волн – цунами. Обрушиваясь на берег, цунами оказывают влияние на рельеф морских берегов.

### ***Контрольные вопросы и задания***

1. Чем отличаются понятия «литосфера» и «земная кора»?
2. Каково строение и состав литосферы?
3. Как классифицируется рельеф Земли? Почему классификация рельефа И. П. Герасимова и Ю. А. Мещерякова является наиболее важной?

4. Перечислите факторы и процессы рельефообразования. Дайте их характеристику.

5. Раскройте содержание понятия «выветривание». На какие виды подразделяется выветривание? Каковы закономерности размещения кор выветривания?\*

6. Какие процессы относятся к эндогенным? Дайте их краткую характеристику.\*

## 2.10. Экзогенные процессы и рельеф

*Экзогенные процессы* – это процессы, происходящие на поверхности Земли и приводящие к образованию различных форм рельефа. Морфоструктурные формы рельефа с момента своего зарождения постоянно подвергаются воздействию экзогенных процессов, источником энергии которых является солнечная радиация. Экзогенные процессы характеризуются высокими скоростями: на глазах человека появляются и растут овраги, в руслах рек образуются острова и т. д. Экзогенные процессы образуют на поверхности Земли *морфоскульптуры*. Своеобразие и интенсивность проявления этих процессов зависит от климата, следовательно, в размещении форм рельефа наблюдается широтная зональность и высотная поясность. Во влажном климате экваториальных и умеренных широт наибольшее развитие имеет *флювиальная морфоскульптура*, в засушливом климате тропических широт и внетропических пустынь – *эоловая*. В субарктических широтах в областях распространения многолетнемерзлых горных пород наблюдается *криогенная морфоскульптура*, в полярных широтах – *гляциальная (ледниковая)*. *Склоновая, береговая, карстовая морфоскульптуры* развиты повсеместно, однако своеобразие их форм тоже подчиняется закону зональности.

**1. Флювиальные процессы и рельеф.** Флювиальные процессы выражаются в деятельности временных и постоянных водных потоков. Водные потоки производят разрушительную и аккумулятивную работу, переносят материал. Разрушительная работа водотоков называется *эрозией*. В результате работы водотоков создаются выработанные (эрозионные) и аккумулятивные формы рельефа. Размыв и аккумуляция сменяют друг друга во времени, поэтому не существует в природе комплексов, в которых были бы только эрозионные или аккумулятивные формы. Существует нормальная (естественная) и антропогенная (ускоренная) эрозия.

К эрозионным формам, созданным временными водотоками, относятся:

- *эрозионная борозда* – исходная форма временных водотоков, возникает на склоне в результате линейного стока (в виде струй). Глубина

борозды до 30 см, стенки крутые, поперечный профиль V-образный. Длина борозд до 1 м. Обычно борозды на склоне образуют разветвлённую систему, при прекращении стока развитие их прекращается;

- *рытвина (промоина)* – развитая эрозионная форма, глубиной до 1–2 м, шириной 2,5 м. Для образования рытвин нужен более мощный водоток, они могут образоваться на склоне после одного ливня, если склон сложен легко размываемыми породами, часть рытвин при дальнейшем развитии превращается в овраги;

- *овраг* – эрозионная, растущая форма флювиального рельефа. Глубина оврагов может достигать 80 м и более, склоны крутые, поперечный профиль V-образный;

- *балка* – отрицательная форма флювиального рельефа, в которой эрозия затухает и сменяется аккумуляцией овражно-балочного материала – пролювия.

Аккумулятивные формы флювиального рельефа имеют меньшее распространение, к ним относятся *конусы выноса* и *овражно-балочные террасы*.

Рельеф создаётся и *постоянными водными потоками*, которые формируют *речные долины*. Основными формами рельефа в них являются:

- *русло реки* – наиболее углублённая часть речной долины, по которой постоянно протекает поток;

- *пойма* – часть днища долины, сложенная аллювием и затапливаемая во время половодий, образуется благодаря горизонтальным русловым деформациям, высота поймы определяется высотой половодья;

- *терраса* – часть речной долины, сложенная аллювием и вышедшая из-под действия половодья, представляют собой площадки с уступами, вытянутые вдоль речной долины, относительный возраст террас определяется по отношению к урезу воды в реке: первая терраса – самая низкая и молодая, чем выше терраса, тем она старше; счёт террас ведётся снизу вверх. Первая надпойменная терраса располагается ближе всего к руслу реки, выше неё располагается вторая надпойменная терраса, ещё выше – третья и т. д.

Существует несколько морфологических типов речных долин:

- *теснина* – глубоко врезанная эрозионная форма с вертикальными склонами и узким днищем, образованная в скальных горных породах;

- *ущелье* – тип речной долины с V-образным поперечным профилем с более пологими склонами, образуется чаще всего во влажном климате;

- *каньоны* – тип речной долины, формирующийся в аридных условиях при горизонтальном залегании горных пород разной плотности, характеризуются ступенчатыми склонами.

**2. Эоловые процессы и рельеф.** Эоловые процессы связаны с деятельностью ветра. Ветер производит разрушительную работу, транспор-

тировку материала и его аккумуляцию. Для проявления эоловых процессов необходимо незначительное количество атмосферных осадков, частые сильные ветры, разреженность растительного покрова, наличие рыхлого материала. Данные условия наиболее полно представлены в различных типах пустынь, где количество атмосферных осадков не превышает 200–100 мм. Следовательно, проявление эоловых процессов имеет черты зональности. Кроме того, эоловые процессы наблюдаются на аккумулятивных песчаных берегах морей, на песчаных участках в речных долинах.

В разрушительной работе ветра выделяют *дефляцию* – процесс выдувания или развевания рыхлого материала, и *корразию* – процесс обтачивания, шлифовки твёрдых пород обломочным материалом, переносимым ветром. При уменьшении мощности потока начинается образование аккумулятивных форм. В результате корразии рельеф приобретает причудливые очертания, образуя *каменные грибы, столбы, замки, ниши*. Эрозионные ниши обычно вырабатываются в менее прочных породах – песчаниках, мергелях. Если наблюдается чередование пород разной степени устойчивости, то образуются грибовидные формы. Иногда эти формы напоминают фигуры людей, птиц, статуи. Корразионный рельеф называется рельефом «ажурных скал». Дефляции подвергаются в основном рыхлые песчаные отложения. Когда ветер воздействует на скопление рыхлого материала, это приводит к формированию *котловин выдувания* – округлых отрицательных форм диаметром в сотни метров. В ряде случаев в процессе дефляции, действующей в комплексе с другими процессами, формируются котловины выдувания огромных размеров.

В результате эоловой аккумуляции в тропических пустынях при небольшом количестве осадков и отсутствии растительности образуются *барханы* – серповидная аккумулятивная форма, у которой концы ориентированы по направлению ветра, т. к. они движутся гораздо быстрее, чем его центральная часть. Скорость перемещения может достигать 12 м в месяц. Во внетропических пустынях умеренных широт, где возрастает количество осадков и произрастает растительность, образуются *грядовые пески*. Простейшей эоловой аккумулятивной формой является «холмик-коса», образующийся при наличии препятствий, например, растений. По мере накопления песка за препятствиями образуются сначала мелкие, а затем крупные песчаные гряды.

На берегах рек, морей, озёр волнение или течения поставляют песок на берег. В результате формируются *дюны* – серповидная аккумулятивная форма рельефа, у которой концы направлены против ветра. Происходит закрепление концов дюны растительностью и смачивание стекающими атмосферными осадками. Через некоторое время концы перестают двигаться. Самые крупные одиночные дюны встречаются редко, их высота может достигать 150–200 м.

В речных долинах, на террасах встречаются незакреплённые песчаные формы рельефа – *кучугуры*, которые связаны преимущественно с задержкой песка растительностью. С выносом пыли из пустынных областей и её отложением связывают образование *лессов*.

По агрегатному состоянию поверхностных отложений пустыни подразделяют на *песчаные – эрги*, *каменистые – хамады*, *глинистые – такыры*. В каменистых пустынях обломки горных пород и выходы коренных пород покрыты характерной блестящей коркой, называемой пустынным загаром. Глинистые пустыни сложены в основном лессом и лессовидными породами.

**3. Криогенные процессы и рельеф.** Криогенные (мерзлотные) формы рельефа развиты в районах распространения многолетнемёрзлых горных пород. Самые большие площади, занятые многолетней мерзлотой, располагаются в России и Канаде. К криогенным процессам относятся:

- пучение;
- наледообразование;
- криогенный крип;
- солифлюкция;
- морозобойное растрескивание;
- термокарст.

На плоских вершинных поверхностях, на междуречьях, сложенных скальными горными породами, в результате морозного выветривания скапливается обломочный материал, образуются каменные россыпи (каменные моря). При движении обломков по склону возникают каменные реки – *курумы*.

На горизонтальных поверхностях, сложенных смесью грубообломочного материала и мелкозёма, в результате морозной сортировки образуются *каменные кольца и многоугольники*. Их формирование обусловлено вымораживанием к поверхности крупных обломков, вспучиванием мелкозёма при замерзании. На выровненных территориях, сложенных однородными малольдистыми породами, при морозобойном растрескивании формируются *пятна-медальоны*, имеющие округлую или полигональную форму диаметром несколько десятков сантиметров с плоской или слегка выпуклой поверхностью.

При излиянии подземных или речных вод на поверхность возникают *наледы*. При излиянии подземных вод наледь образуется при смыкании сезонной мерзлоты с кромкой многолетнемёрзлых пород. Грунтовые воды изливаются на поверхность и замерзают. Наледи на реках могут появиться при промерзании реки до дна на мелких участках. Особенно крупные наледы образуются в долинах горных рек. Некоторые наледы сохраняются в поймах рек в течение всего лета, гигантские наледы существуют годами.



Когда происходит деградация многолетнемерзлых пород, наблюдаются термокарстовые явления – протаивание ледяных жил. На поверхностях появляются западины – *аласы* – котловины с плоским дном, по берегам рек в результате протаивания образуются *термоэрозионные ниши*. Иногда аласы покрываются водой, что приводит к возникновению термокарстовых озёр.

**4. Гляциальные (ледниковые) процессы и рельеф.** Ледниковые (гляциальные) формы рельефа образуются в результате разрушительной работы ледника (*экзарации*) или его аккумулятивной работы. Современные ледниковые формы распространены в полярные и горные районы, располагаются они выше климатической снеговой границы. Рельфообразующая деятельность ледников особенно возросла в эпохи оледенений. Древние, реликтовые ледниковые формы присутствуют в умеренных и субарктических широтах Северного полушария, в местах четвертичного оледенения. В горах экзарационная деятельность ледника приводит к возникновению *кара* – чашевидного понижения с крутыми склонами и пологовогнутой дном. В понижении рельефа на склоне горы, располагающемся немного выше климатической снежной границы, накопившийся снег может не растаять за лето. Снег постепенно превращается в фирн (зернистый лёд), а затем в лёд. Из-за устойчивого скопления льда начинается интенсивное морозное выветривание. Разрастаясь, соседние кары сливаются и преобразуются в более крупную форму – *ледниковый цирк*. При сближении стенок кара в рельефе сохраняется скалистый гребень – *карлинг*. Яркое выражение формы ледниковой экзарации наблюдается в скальных породах, в менее прочных породах кары и карлинги быстро выглаживаются (сглаживаются) склоновыми процессами. По мере накопления льда он уже не помещается в каре и начинает медленно спускаться вниз по склону, обычно по эрозионной форме.

Эрозионные долины, подвергшиеся воздействию ледника, приобретают корытообразную форму, их называют *трогами*. Для троговых долин характерна спрямлённость, отполированность выступов твёрдых пород.

Несомый ледником материал называется *мореной*. Это несортированный материал, включающий крупные валуны и суглинистые частицы. Различают *поверхностную, боковую, срединную, донную, внутреннюю* морены. В горах образуются небольшие по площади моренные покровы, у края ледника – *конечно-моренные гряды*. Гряды повторяют в плане очертания края ледника. К экзарационным формам относятся также *бараньи лбы* – асимметричные холмы, образованные коренными породами. Поверхность таких холмов отполирована ледником и имеет ледниковую штриховку. При скоплении бараньих лбов образуется рельеф «курчавых скал».

*Друмлины* – ледниковые формы рельефа, представляющие собой асимметричные холмы, сложенные моренным материалом. В ряде случаев драмлины имеют ядро из коренных пород. Образование драмлинов

связывают с остановкой ледника перед выступом коренных пород и аккумуляцией материала перед препятствием. Друмлины имеют длину 2–3 км и высоту до 45 м.

В пределах развития ледниковых форм рельефа распространены формы, созданные талыми ледниковыми водами – озы, камы и зандровые равнины. *Озы* – узкие длинные песчаные гряды высотой 50 м, длиной до нескольких десятков километров, образование которых связывают с деятельностью ледниковых потоков, текущих по поверхности или внутри ледника. *Камы* – пологие округлые холмы, сложенные песками с прослоями гальки и гравия. Считается, что накопление материала происходит в озере на поверхности ледника, при спуске озера материал проецируется на поверхность и образуется холм, имеющий вид округлых куполов с плоскими вершинами высотой от 2–5 м до 30 м. У края ледника при аккумуляции песчаного материала, приносимого талыми ледниковыми водами, формируются *зандровые равнины*.

**5. Склоновые процессы и рельеф.** *Склон* – поверхность, имеющая наклон более 2°, перемещение материала на которой происходит под действием силы тяжести. На долю склонов приходится более 80 % всей поверхности суши Земли. Склоны возникают в результате деятельности эндогенных и экзогенных сил. Склоны эндогенного происхождения образуются в результате тектонических движений, магматизма, землетрясений. Среди склонов экзогенного происхождения можно выделить склоны, созданные текущими водами – флювиальные, ледниками – ледниковые, подземными водами и т. д.

На крутых склонах под действием силы тяжести обломки горных пород скатываются к подножию, образуя обвальные, осыпные и лавинные склоны. *Обвал* – процесс отрыва от массы горной породы крупных глыб и скатывания их вниз к подошве. Образованию их способствует возникновение трещин или системы трещин. Особенно часто обвалы наблюдаются в горах, где объём обрушившегося материала может достигать 2 км<sup>2</sup> (например, Западный Памир).

*Осыпание* – скатывание рыхлого материала вниз к подножию. У классически выраженной осыпи выделяют осыпной склон, лоток – канал, по которому скатывается материал, и конус осыпи. *Лавины* – снежные массы, скользящие вниз по склону. Когда в русле, по которому движется лавина, есть отвесный карниз, образуются прыгающие лавины. *Оползание* представляет собой движение блока пород с ненарушенной структурой. Оползни образуются в случае, если водопроницаемые породы подстилаются глинами, при этом наклон глин должен соответствовать наклону склона, кроме того, должны быть выходы грунтовых вод. Водоупорный горизонт служит поверхностью скольжения, по ней происходит скольжение блока. Возникают оползни на склонах крутизной более 15°. Со-

*лифлюкция* – процесс течения материала, насыщенного водой, по поверхности многолетнемёрзлых горных пород. Она протекает в слое сезонного промерзания и оттаивания. Грунт при оттаивании и сильно насыщается водой, и приобретает способность течь по уклону по поверхности многолетней мерзлоты. Солифлюкция может происходить на склонах с углом наклона 2–3°. В результате данного процесса образуются *солифлюкционные террасы, языки*. *Дефлюкция* (крип) – движение частиц грунта на пологих склонах, покрытых растительностью. Смещение происходит со скоростью 1 мм в год на склонах крутизной до 10°. Процесс объясняется, главным образом, изменением объёма грунта при замерзании воды, колебаниями температуры и влажности.

**6. Карстовые процессы и рельеф.** *Карст* – процесс выщелачивания горных пород водой. С другой стороны, карст – совокупность специфических форм рельефа, созданных при растворении горных пород водой. К растворимым породам относятся известняк, мел, доломит, гипс, каменная соль. Наиболее широко распространены известняки и доломиты.

На растворимость пород оказывает влияние структура и трещиноватость горных пород. По трещинам вода легче проникает в карстовый массив, благодаря чему процесс протекает более интенсивно. Решающее влияние на растворимость пород оказывает климат территории, главным образом, температурный режим и количество осадков. Кроме того на скорость и особенности протекания карста оказывают заметное воздействие гидрогеологические условия территории, в частности, особенности циркуляции подземных вод.

К формам *поверхностного карста* относятся карры, карровые поля, воронки, поля. Дождевые и талые воды, стекая по поверхности растворимой горной породы, разъедают стенки трещин, при этом образуются борозды с острыми гребнями – *карры*. Глубина борозд может достигать 2 м. Покрытые каррами пространства – *карровые поля*. Карры могут возникнуть на берегах морей при воздействии прибоев на растворимые горные породы. При просачивании воды на поверхности возникают воронки. Одним из видов воронок являются *воронки провальные*, которые возникают при обрушении кровли пород над карстовой полостью. К формам *подземного карста* относят поноры, колодцы, шахты, пещеры. При вертикальной циркуляции воды процесс растворения приводит к образованию *поноров* – каналов, которые возникают при растворении стенок трещин. По мере расширения поноры постепенно превращаются в *колодцы* и *шахты*, вертикальные карстовые шахты называются пропастями или провалами, они могут достигать большой глубины (свыше 1600 м). Шахты нередко проходят по зонам трещиноватости карстующихся пород. При достижении уровня грунтовых вод начинается горизонтальное движение воды, и процесс растворения приводит к формированию пещер. *Пещера-*

ми называются разнообразные подземные полости, образующиеся в карстовых областях и имеющие один или несколько выходов на поверхность. К аккумулятивным подземным формам карстового рельефа относятся *сталактиты* – *натечные формы*, растущие сверху, и *сталагмиты*, растущие снизу; при их слиянии образуются *сталагматы* и *известняковые занавеси*. Самой сложной карстовой формой рельефа является *этажный карст*, представляющий собой систему горизонтальных карстовых галерей. Подобные формы возникают в результате тектонического поднятия территории.

В засушливых районах широко распространён *псевдокарст*, обусловленный изменением объёма лессов при намокании. На поверхности возникают котловины, по внешнему виду напоминающие карстовые. В умеренных широтах наблюдается термокарст – формы рельефа, связанная с протаиванием многолетней мерзлоты.

**7. Береговые процессы и рельеф.** Береговой рельеф – рельеф, созданный волновыми или неволновыми процессами (деятельностью приливов, реками, организмами, склоновыми или тектоническими процессами). *Берег* – узкая зона, в пределах которой происходит взаимодействие суши и моря. Берег формируют волнение, течения и приливо-отливные явления. *Побережье* – полоса суши, включающая современные и древние береговые линии.

Основным процессом, определяющим своеобразие форм берегового рельефа, является волнение. Волна производит разрушительную и аккумулятивную (созидательную) работу в береговой зоне, обуславливая развитие абразионных и аккумулятивных форм. Разрушительная работа волн называется *абразией*. Преобладание абразии или аккумуляции в береговой зоне зависит от крутизны берега и свойств пород, его слагающих. На крутых склонах, сложенных прочными скальными горными породами, преобладают абразионные формы рельефа. В этом случае волна с большой энергией воздействует на берег, и на уровне береговой линии образуется *волноприбойная ниша*. Дальнейшее её углубление вызывает обрушение карниза и выработку вертикального уступа – *клифа*. По мере отступления клифа в сторону берега его подножия нарастает площадка – *бенч*. Скорость абразии зависит от свойств слагающих пород. На берегах, сложенных глинами, мергелями, абразия может достигать нескольких метров в год.

На отмелях берегах образуются аккумулятивные формы рельефа. Перемещение наносов может происходить посредством их поперечного перемещения и вдольберегового перемещения. К формам рельефа, образованным поперечным перемещением наносов, относятся подводные *береговые валы*, подводные и островные *бары*, *пляжи* и *террасы*. Подводных валов может быть несколько, они располагаются параллельно друг другу и берегу, их высота достигает 1–4 м при длине до нескольких ки-

лометров. При накоплении материала валы преобразуются в подводные *бары*. Гребень подводного бара может оказаться на поверхности, в этом случае бар становится островным и представляет собой цепочку островов, тянущихся вдоль берега. 10 % береговой линии приходится на берега, окаймлённые барами. На надводной части берега при поперечном перемещении наносов формируется *пляж*. Если уровень моря понижается, пляж преобразуется в аккумулятивную *морскую террасу*. При огибании выступа берега скорость перемещения материала снижается, и образуется аккумулятивная форма – *коса*, которая причленяется к берегу только одной частью, окончание её остаётся свободным.

В зависимости от очертаний береговой линии и процессов, происходящих на берегах, они подразделяются на несколько типов:

- *первичнорасчленённые берега*, слабо изменённые морем; расчленение берега создаётся неволновыми процессами, морские воды только заполняют понижения рельефа (например, *фьордовые* возникают при затоплении ледниковых, троговых долин, *шхерные* образуются при затоплении рельефа «курчавых скал» (бараньих лбов)). Фьордовые берега характерны для Скандинавского полуострова, северных берегов материка Северная Америка, юго-западной части Южной Америки. Шхеры развиты в Балтийском море. *Риасовые* берега возникают при затоплении морем устьев горных рек, к таким берегам относится побережье Пиренейского полуострова. *Далматинские берега* образуются при затоплении морем отрицательных складчатых структур, параллельных берегу. При этом возникают цепочки островов, тянущихся вдоль берега, и длинные узкие заливы. Такой берег характерен для Адриатического моря. *Лиманные берега* образуются благодаря затоплению устьевых частей речных долин на низменных прибрежных равнинах. Типичные лиманы характерны для рек Дон, Днепр, Амур и др.;

- *неволновые берега* создаются приливами, реками, организмами, склоновыми или тектоническими процессами. К *приливным* берегам относятся *ватты* – берега, которые затопляются дважды в сутки самым низким квадратурным приливом, *марши* – затопляются редко, только высокими сизигийными приливами. Отложение большого количества аллювия на берегах обуславливает создание *дельтового берега*. Крупные дельты есть у рек Лена, Нил, Амазонка и др. На побережьях тропических морей активная роль в формировании берегов принадлежит организмам, особенно кораллам. Здесь образуются органогенные *коралловые берега*;

- *собственно волновые берега* (выровненные абразионные и аккумулятивные берега). *Выровненные абразионные берега* возникают там, где активно идёт процесс разрушения слагающих берег горных пород. Как правило, это берега крутые, сложенные легко размываемыми горными породами. Вследствие большой скорости отступления берега быстро выравниваются, образуя выровненный абразионный берег. *Выровненные*

*аккумулятивные* берега характерны для отлогих подводных склонов. На этом берегу на первое место выходит процесс аккумуляции. К переходным типам берегов относится *лагунный берег*. На лагунном берегу ещё не закончилось отчленение лагуны нарастающей косой, и формирование выровненного аккумулятивного берега продолжается.

**8. Биогенные процессы и рельеф.** Организмы наряду с названными процессами играют важную и разнообразную рельефообразующую роль. Растительность оказывает воздействие на горные породы. Корни растений проникают в почву и коренные породы, разрушают их. Растения участвуют в создании пластов каменных углей, заполнявших понижения в рельефе. В наше время этот процесс наблюдается при накоплении торфа. Посредством растительности образуются так называемые фитогенные формы рельефа, к ним относятся бугры, гряды, кочки в заболоченной местности. В местах нарушения растительного покрова на склонах начинается эрозия, на вытоптаных участках происходит развевание песков.

Рельфообразующая роль животных более разнообразна. Микроорганизмы и роющие животные перерабатывают минеральную массу горных пород, разрыхляя её, образуя многочисленные ходы, полости и пустоты. Наземные животные, передвигаясь по поверхности, вытаптывают тропинки даже в твёрдых горных породах. Это нередко становится причиной схода снежных лавин. Норные животные создают за счёт выбросов из нор холмики, иногда большие бугры и ямы. В саваннах широко распространены термитники, представляющие собой сооружения высотой до 3,5 м. В умеренных широтах в лесах часто можно встретить огромные муравейники. Животные могут повлиять на активизацию экзогенных процессов. Примером очень крупных форм, создаваемых живыми организмами, являются коралловые постройки. Аккумулятивные формы, располагающиеся в океане, построенные из кораллового известняка, называются коралловыми рифами. Крупнейшим барьерным рифом является Большой Барьерный риф у восточных берегов Австралии, его протяжённость более 2 000 км. Если риф формируется у небольшого погружающегося острова, то он по мере накопления кораллового известняка преобразуется в атолл или кольцевой риф.

### ***Контрольные вопросы и задания***

1. Какие процессы относятся к экзогенным?
2. Что называют эрозией? Перечислите и кратко охарактеризуйте формы рельефа, образующиеся под воздействием временных водных потоков.
3. Каково строение речной долины? Что такое пойма и терраса реки?

4. Как классифицируют склоны? Перечислите и кратко охарактеризуйте склоновые процессы.
5. Дайте характеристику ледниковым формам рельефа.\*
6. Перечислите формы аккумулятивного рельефа, образующиеся в результате деятельности ветра. Чем отличается образование дюн и барханов?
7. Что относится к криогенным процессам? Перечислите и кратко охарактеризуйте мерзлотные формы рельефа.\*
8. Каковы причины возникновения карстовых форм рельефа? Формы карстового рельефа.
9. Объясните образование основных типов берегов.\*
10. Какую роль играют организмы в рельефообразовании?\*

## 2.11. Рельеф земли

*1. Общие закономерности формирования рельефа Земли.* Вода и суша распределены на Земле неравномерно. Суша сосредоточена в основном в Северном полушарии; здесь она занимает 39 % всей поверхности, тогда как в Южном полушарии – всего 19 % поверхности. Площадь поверхности Земли равна 510 млн км<sup>2</sup>. На долю Мирового океана приходится 70,8 % (361,06 млн км<sup>2</sup>), на долю суши – 29,2 % (149,02 млн км<sup>2</sup>). Рельеф Земли подразделяют на шесть материков и четыре океана. С 1996 г. по решению комиссии по географическим названиям выделяют Южный океан (границы его варьируют от 37° ю. ш. до 48° ю. ш. на разных меридианах). С. В. Калесник выделял семь материков (отдельно Европу и Азию). *Материк* – изостатически уравновешенный массив материковой земной коры, имеющий структурное ядро в виде древней платформы, к которому примыкают более молодые складчатые структуры, которые могут иметь разнообразный геологический возраст. Кроме понятия «материк» в литературе существует сложившееся в процессе культурно исторического развития понятие «часть света», которых тоже шесть. На материке Евразия две части света – Европа и Азия. Материки Северная Америка и Южная Америка образуют одну часть света.

Представление об общих закономерностях устройства земной поверхности даёт геоморфологическая карта («гео» – земля, «морфе» – форма). Геоморфология – наука о формах рельефа. Обобщённый профиль земной поверхности показывают с помощью *гипсографической кривой*. Часть её, относящуюся к океану, называют *батиграфической кривой*. На этой кривой видно преобладание на суше высот менее 1000 м, а в океане – глубин от 3 000 до 6 000 м. Высокие горы и желоба занимают очень мало места на Земле. Средняя высота суши составляет 875 м. Средняя глубина океана – 3790 м. Уровень выровненной поверхности земной коры, т. е. твёрдой поверхности без океана, расположился бы на 2 430 м ниже уров-

ня океана. Если поверх этого поместить всю воду Мирового океана, его уровень будет на 250 м выше современного. Этот уровень принимают за средний уровень физической поверхности Земли.

На поверхности Земли материка образуют два ряда:

- экваториальный ряд – Африка, Австралия, Южная Америка;
- северный ряд – Северная Америка, Евразия.

Вне рядов остаётся Антарктида. Положение материков отражает историю развития литосферы, объясняет геологическое родство материков. Южные материка – это части единого в палеозое мегаконтинента Гондваны. Северные материка в то время были объединены в другой материк – Лавразию. Между ними в палеозое и мезозое находилась система обширных морских бассейнов, получившая название океана Тетис. Он простирался от Северной Африки через Европу, Переднюю Азию, Гималаи в Индокитае. В неогене на месте этого океана возник альпийский складчатый пояс. Первый раскол Гондваны произошёл на границе триаса и юры, в это время отделилась Афро-Америка, чуть позднее от Африки отошла Южная Америка. На границе мелового периода и палеогена Индостанская глыба подошла к Азии, и Антарктида отошла от Австралии. Раскол Лавразии на два материка – Евразию и Северную Америку – произошёл в середине мезозоя.

Существует закономерная связь между площадями материков (океанов), их средней высотой, мощностью земной коры и энергией тектогенеза. Чем больше площадь материка, тем он выше, и тем мощнее его кора. Чем больше океан, тем он глубже и тем тоньше кора под ним. Максимальной мощности земная кора достигает под горами (60–70 км), минимальная – под океаном (5–10 км). Данная закономерность объясняется явлением изостазии, т. е. стремлением земной коры к равновесию.

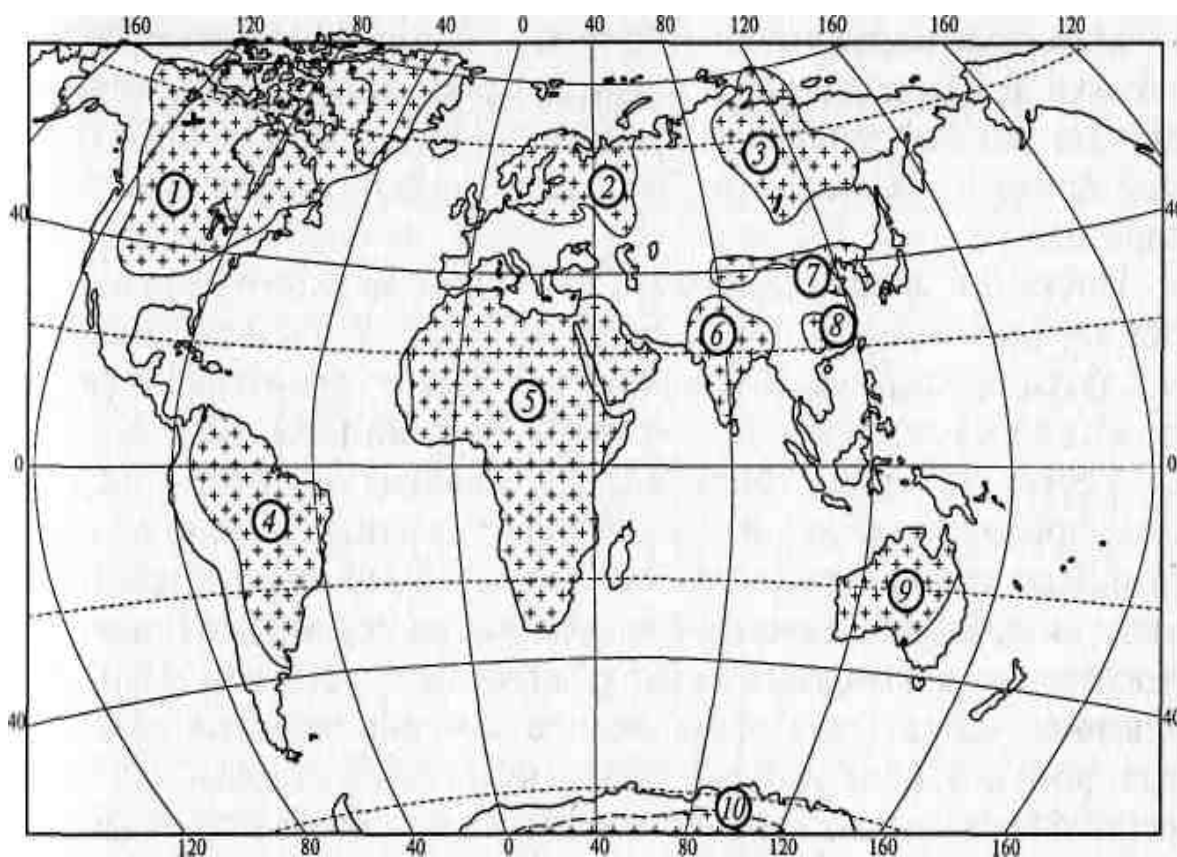
Планетарный рельеф Земли – это рельеф вращающегося тела. Приливное трение замедляет вращение планет, поэтому сплюснутость Земли уменьшается. Следовательно, в низких широтах должно преобладать водное пространство, в высоких широтах – суша. На Земле на экваторе большую площадь занимает океан. В умеренных широтах Северного полушария располагается кольцо суши, что вызвало компенсационное опускание в северной полярной области. В умеренных широтах Южного полушария господствует сплошное водное кольцо, в южной полярной области – компенсационное поднятие. В результате неодинакового замедления вращения полушарий южные материка смещаются по отношению к северным материкам на восток. В размещении и строении материков наблюдается ряд закономерностей. Материки располагаются парами по отношению друг к другу: Северная и Южная Америка, Африка с Европой, Азия с Австралией. Не имеет пары только Антарктида и располагается у Южного полюса.

Материки расположены так, что каждому из них на противоположном конце диаметра Земли соответствует океан. Эта закономерность на-



зывается антиподальность (антипод). Самый яркий пример – Северному Ледовитому океану соответствует Антарктида. Почти все материки имеют суженную к югу форму клиньев или треугольников (кроме Антарктиды и Австралии).

Клиновидная форма наблюдается у Южной Америки и Африки, треугольная форма присуща большинству полуостровов Евразии и Австралии. Северные материки обладают значительными площадями шельфа – подводного продолжения поверхности материков, особенно в Северном Ледовитом и Атлантическом океанах. Южные материки имеют слабо развитый шельф, вместе с тем в отдельных местах шельфовая полоса имеет достаточно большую ширину (к юго-востоку от Южной Америки, к северу от Австралии). Береговая линия южных материков относительно прямолинейна, полуостровов и островов мало. Для северных материков характерны чрезвычайно изрезанные береговые линии, обилие полуостровов, множество островов вдоль берега. Большую часть южных материков составляют древние платформы (например, Африканская, Австралийская) (рис. 10).



**Рис. 10.** Докембрийские платформы:

- 1 – Северо-Американская; 2 – Русская; 3 – Сибирская; 4 – Южно-Американская;
- 5 – Африкано-Аравийская; 6 – Индостанская; 7, 8 – Китайская; 9 – Австралийская;
- 10 – Антарктическая (по Т. М. Савцовой)

На северных материках древние платформы занимают меньшие площади, большая их часть приходится на территории, образованные палеозойскими и мезозойскими структурами.

*Платформы и орогенические пояса (геосинклинали)* – главные тектонические структуры материков. В основе каждого материка, кроме Евразии, лежит одна платформа, в основе Евразии – пять. *Платформы* – устойчивые в тектоническом отношении участки земной коры. В строении платформ выделяется два этажа: *складчатый фундамент*, который залегает внизу, и с поверхности перекрывается *осадочным чехлом* – горизонтально залегающими горными породами. Местами складчатый фундамент выходит на поверхность, эти участки называются *щитами* (например, Русская платформа образует два щита – Балтийский и Украинский; Сибирская платформа образует Алданский щит). Большинство платформ образовались в архее и протерозое (докембрий), они называются *древними* (рис.10). Некоторые платформы образовались позднее – в палеозое, они называются *молодыми* (например, в основе Западно-Сибирской равнины лежит платформа герцинского возраста; в основе Патагонского плато в южной части Южной Америки лежит Патагонская платформа также герцинского возраста). Платформы занимают 57 % площади материков.

*Орогенный пояс (геосинклиналь)* – это тектонически подвижный и резко расчленённый складчатый пояс земной коры, для которого характерны повышенная скорость и большой размах вертикальных движений, интенсивное складкообразование, магматизм, вулканизм. В *нижнем палеозое* произошло складчатое горообразование, названное *каледонским*, оно охватило огромные площади в Гренландии, Забайкалье, Скандинавии и др. В *верхнем палеозое* происходило *герцинское горообразование*. В эту эпоху формировались горы – предшественники Урала, частично Тянь-Шаня, Аппалачи. В течение *мезозоя* палеозойские структуры превратились в пенеплены (выровненные участки). В мезозойскую фазу орогенеза сформировались горы Северо-Восточной Азии и хребты Кордильер. Альпийские горы образовались позднее всех. К *альпийской складчатости* относится Альпийско-Гималайская горная система, горы многих островов Тихого океана, Анды Южной Америки.

**2. Рельеф суши.** В рельефе материков выделяют равнины, соответствующие платформам, и горные страны. Платформенные равнины составляют 64 % суши, горные страны – 36 %.

*Рельеф равнин. Платформенные равнины* – относительно выровненные участки поверхности с небольшим превышением относительных высот, соответствующие устойчивым участкам суши (платформам). По высоте равнины подразделяются на:

- *отрицательные* (ниже уровня моря);
- *низменные* (0–200 м);

- *возвышенные* (200–500 м);
- *нагорные* (больше 500 м).

В основании равнин материков лежат древние и молодые платформенные участки. Основными морфоструктурами платформенных равнин являются:

- аккумулятивные, плиты древних и молодых платформ, имеющих мощную толщу осадочного чехла;
- пластовые, имеющие маломощный осадочный чехол;
- собственно денудационные, приуроченные к щитам молодых платформ;
- цокольные, предельно денудационные равнины, лежащие на щитах древних платформ.

*Аккумулятивные* равнины сложены главным образом мощными толщами неоген-четвертичных отложений. Они обычно приурочены к областям прогибов в новейшее время. Складчатый фундамент аккумулятивных равнин залегает на большой глубине, мощность осадочного чехла может достигать нескольких километров. Поверхность равнин, как правило, плоская, горизонтальная или слабонаклонная. На подобных равнинах экзогенные процессы ещё не успели сформировать ярко выраженный рельеф. К аккумулятивным равнинам относится, например, Прикаспийская низменность.

*Пластовые* равнины отличаются тем, что имеют два структурных этажа: складчатый фундамент и осадочный чехол. Однако мощность осадочного чехла намного меньше, чем у аккумулятивных равнин. Такой тип равнин образуется на территории, испытавшей небольшие погружения. Впоследствии они либо прекратили погружение, либо испытали поднятие. Пластовые равнины характеризуются холмистой или волнистой поверхностью, на них хорошо сформировался экзогенный рельеф. Значительные площади Восточно-Европейской платформы относятся к пластовым равнинам.

Формирование *денудационных* равнин происходит на щитах молодых платформ, где преобладают положительные движения земной коры.

Равнины, сформировавшиеся на щитах древних платформ, называются *цокольными*. Они не имеют осадочного чехла.

Аккумулятивные, пластовые, денудационные и цокольные равнины имеют высоту в среднем до 500 м, поэтому относятся к *низким* равнинам. Высокие равнины высотой 500 м и более включают плато и плоскогорья. *Плато* – возвышенные, ровные, слабо или сильно расчленённые поверхности, имеющие осадочный чехол. *Плоскогорье* – относительно выровненные участки, сложенные дислоцированными породами.

*Рельеф гор. Горная страна* – территория, состоящая из хребтов и разделяющих их межгорных долин. *Горный хребет* – линейно-вытянутое

крупное поднятие, ограниченное склонами. *Гора* – изолированное резко выраженное поднятие на фоне равнинной местности с высотами более 500 м, у неё есть вершина – наивысшая точка, подошва – линия пересечения с поверхностью равнины и склоны. *Горные цепи* – система горных хребтов, тянущихся в направлении общего простирания горной страны. *Горный узел* – область пересечения двух или более горных хребтов или цепей.

По высоте горы подразделяются на:

- низкие (500–1 000 м);
- средние (1000–2 000 м);
- высокие (2 000 – 5 000 м);
- высочайшие (от 5 000 м).

*Высокие горы* (высокогорье) – горный рельеф с большими абсолютными высотами и интенсивным вертикальным расчленением. Относительная глубина расчленения – 800–1 000 м. Для высокогорий характерны скалистые, крутосклонные, островерхие пики и цепи. Происхождение этих форм обусловлено воздействием ледников, физическим выветриванием и склоновыми процессами. Горные долины имеют вид каньонов или ущелий. Такой рельеф получил название альпийского. Примерами высокогорья являются Альпы, Гималаи, Кордильеры, Анды и др.

*Средние горы* (среднегорье) – горный рельеф с умеренными высотами и средними величинами вертикального расчленения. На смену резко контрастным формам рельефа высокогорий приходят плавно очерченные контуры водоразделов или системы куполовидных вершин, которые разделены седловинами. Господствующую роль приобретает эрозионный процесс. К среднегорью относятся горы Урал, Карпаты, горы Забайкалья и др.

*Низкие горы* (низкогорье) – горный рельеф широко распространённых невысоких гор, которые обычно окаймляют высокие и средние горы. Относительные высоты этих гор не превышают 200–500 м. В расчленении поверхности решающее значение приобретают эрозионные процессы, развита склоновая деятельность, где возрастает роль солифлюкционных процессов. Большие площади заняты аккумулятивными формами рельефа. Часто встречаются плато. Примеры низкогорья – предгорья Крыма, Кавказа, горы Центральной Европы и др.

Максимальная высота гор определяется скоростью тектонических поднятий и экзогенных процессов. Самые высокие горы располагаются внутри горных стран и в тропических широтах, где меньше осадков и эрозионные процессы слабо развиты или не развиты. На экваторе горы разрушаются быстрее вследствие высокого увлажнения. В умеренных широтах горы ниже по сравнению с горами экваториальных и тропических широт, при этом, чем ближе горная система расположена к полюсу, тем больше снижается их средний и абсолютный уровень. Это можно

объяснить активизацией процессов выветривания в связи с увеличением количества осадков в умеренных широтах и большой годовой, а в отдельных местах и суточной амплитудой температур.

По происхождению горы подразделяются на типы:

- тектонические;
- вулканические;
- эрозионные.

*Тектонические горы* образуются в результате тектонических движений и сложных нарушений земной коры. Это наиболее распространённые горы, имеющие сложное строение и рельеф.

*Вулканические горы* формируются при извержении вулканов и накоплении вулканических осадков. По сравнению с тектоническими они распространены не так широко, часто встречаются в виде изолированных гор. По высоте вулканические горы не уступают тектоническим (например, вулканы Гавайских островов являются высочайшими горами на Земле).

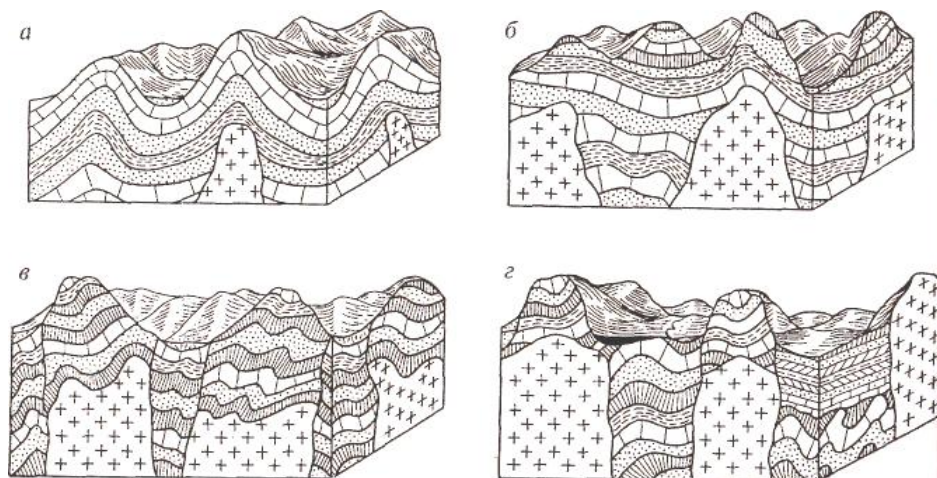
*Эрозионные горы* образуются в результате эрозионного расчленения участка поверхности, сложенного горизонтально залегающими горными породами и поднятого на большую высоту. Для этого типа гор характерны плоские вершины и крутые склоны. Типичные эрозионные горы распространены в Африке.

Тектонические горы подразделяют на *молодые (эпигеосинклинальные)* и *возрождённые (эпиплатформенные)*. Области молодых гор занимают 41 %, возрождённых – 59 % общей площади гор.

К молодым горам относятся горы кайнозойской складчатости, которые могут быть представлены системой островных дуг с вулканами. Эти горы являются тектонически активными, здесь возможны сильные землетрясения, извержения вулканов. Это означает, что в таких горах продолжается ещё процесс горообразования. Горные сооружения данного типа представлены в зоне, окаймляющей Тихий океан с востока (зоны островных дуг) и запада (Анды и часть Кордильер). Альпийские складчатые сооружения развиты на материке Евразия и представляют собой Альпийско-Гималайский складчатый пояс. Молодые горы кайнозойской складчатости являются складчатыми горами, т. к. тектоническим деформациям подвергаются молодые пластичные породы. На Земле молодые складчатые горы являются самыми высокими горами, именно в их пределах расположены все горы с высотой более 8 000 м (восьмитысячники).

Возрождённые горы подразделяют по возрасту складчатого фундамента, в пределах которого происходил наиболее поздний орогенез. Тектонические деформации жёстких, непластичных фундаментов платформ приводят к формированию разрывов, разломов и движению блоков относительно друг друга в вертикальном и горизонтальном направлениях. Горы мезозойской складчатости отличаются сравнительно простым стро-

ением. Эти горы в основном складчатые, глыбовые структуры развиты слабо. Такие горы называются омоложенными *глыбово-складчатыми* горами (рис. 11). К омоложенным горам относятся, например, Кордильеры, горы Северо-Востока Сибири.



**Рис. 11.** Морфоструктуры гор:

*а* – складчатые горы; *б* – глыбово-складчатые горы; *в* – глыбовые горы; *г* – нагорья  
(по К. В. Пашкангу)

В горах палеозойской складчатости увеличивается доля глыбовых структур, вершины этих гор становятся выровненными, в горах имеются поверхности выравнивания. Обязательный элемент гор – межгорные котловины неправильных очертаний. Такие горы называются возрождёнными *складчато-глыбовыми*. К ним относится, в частности, Аппалачи (Северная Америка), Большой Водораздельный хребет (Австралия).

Областям докембрийской складчатости соответствуют *глыбовые* горы, которые образуются при развитии сбросов, разбивающих участок земной коры. Глыбовые горы широко распространены в Африке.

В горных странах часто встречаются *нагорья* – обширные территории, состоящие из чередующихся хребтов, плато и плоскогорий.

**3. Рельеф дна океана.** В рельефе дна океана выделяют четыре *геотектуры*:

- подводная окраина материков;
- переходная зона;
- ложе океана;
- срединно-океанические хребты.

*Подводная окраина материков* примерно на 2/3 приходится на Северное полушарие и только 1/3 на Южное. Океанологами отмечена следующая закономерность: чем больше океан, тем меньшую долю от площади его дна занимает подводная окраина материков. Так, например, подводная

окраина Тихого океана занимает 10 % площади его дна, Северного Ледовитого океана – более 50 %. Подводная окраина материков имеет материковый тип земной коры и генетически представляет собой единое целое с материковым выступом. Подводная окраина материка состоит из *шельфа*, или материковой отмели, *материкового склона* и *материкового подножия*. Шельф – прибрежная относительно мелководная часть подводной окраины, непосредственно примыкающая к берегу, на её долю во всём Мировом океане приходится около 7 % его дна. Около 90 % шельфа – это затопленные равнины материковых платформ, которые в различные геологические эпохи в связи с колебаниями уровня океана периодически становились сушей. В тропических и экваториальных широтах на шельфе весьма типичны коралловые рифы. Раньше считалось, что шельф заканчивается на глубине 200 м, далее он сменяется материковым склоном. Однако шельф может заканчиваться и на глубинах, значительно превышающих 200 м. Например, шельф Охотского моря имеет глубину 500 м и более, шельф Баренцева моря – 400 м.

Ниже бровки шельфа располагается материковый склон, который характеризуется заметным возрастанием уклона до 5–7°, иногда до более 50°. Очень часто материковый склон имеет ступенчатый профиль. Если ступени имеют значительные площади, их называют краевыми плато (например, подводное плато Блейк у полуострова Флорида). В пределах материкового склона широко распространены подводные каньоны, напоминающие речные долины и часто являющиеся их подводным продолжением. В устьях каньонов обычно отмечаются крупные аккумулятивные формы – конусы выноса, образованные наносами. На глубине приблизительно 2,5 км материковый склон плавно переходит в материковое подножие. Материковое подножие представляет собой наклонную равнину, примыкающую к основанию склона. Значительная часть этой равнины образована конусами выноса, располагающимися у устьев крупных каньонов. Материковое подножие – аккумулятивное образование, мощность рыхлых отложений здесь в отдельных местах может достигать 5 км. На некоторых участках подводная окраина материка сильно раздроблена разрывными тектоническими нарушениями. При этом бывает невозможно выделить шельф, материковый склон и материковое подножие. Такие участки получили название *бордерленд* (например, берега Калифорнии в Северной Америке).

*Ложе океана* – геотектура, состоящая из *глубоководных абиссальных котловин, равнин* и разделяющих их *подводных хребтов* и *вулканических гор*. Ложе океана имеет океанический тип земной коры и соответствует в структурном отношении океаническим платформам. Наибольшее распространение на ложе океанов, особенно в Тихом океане, имеют холмистые равнины, рельеф которых осложнён подводными горами и валообразными поднятиями различных размеров (океанические кряжи тектонического происхождения, цепи вулканических гор, отдельные вулканы).

*Переходная зона* состоит из *островной дуги* и *глубоководного жёлоба* (например, в Курильской переходной зоне: островная дуга представлена Курильскими островами, рядом располагается Курильский жёлоб; в Алеутской переходной зоне островная дуга представлена Алеутскими островами, которые окаймляются Алеутским жёлобом). Переходной зоне соответствует геосинклинальный (переходный) тип земной коры. Переходная зона более развита в Тихом океане, в его северной и западной части. В некоторых местах на дне Мирового океана переходные зоны могут быть представлены только глубоководными жёлобами при отсутствии островных дуг (например, в восточной части Тихого океана). Глубоководные жёлоба представляют собой узкие депрессии – прогибы в земной коре, имеющие часто дугообразную форму. В настоящее время известно 35 глубоководных жёлобов, 28 из них – в Тихом океане. Пять жёлобов имеют глубину более 10 000 м, Марианский жёлоб – 11 034 м. Островные дуги – это огромные хребты, располагающиеся обычно с внутренней стороны глубоководного жёлоба. Для них характерен вулканизм и высокая сейсмическая активность.

*Срединно-океанические хребты* – крупнейшие, вытянутые в меридиональном направлении подводные поднятия. Срединно-океанические хребты могут достигать 2000 м в ширину и иметь до 6 000 м относительной высоты. Образуют единую систему, протянувшуюся через все океаны горную систему. Во многих местах пересекаются поперечными разломами, называемыми трансформными разломами, по которым происходит движение блоков относительно друг друга. Этим хребтам соответствует рифтогенный тип земной коры.

**4. Влияние рельефа на перераспределение тепла и влаги.** Рельеф оказывает существенное воздействие на формирование климата территорий. Влияет, в частности, высота. В свободной атмосфере температура с высотой убывает на  $0,6^\circ$  на каждые 100 м. Убывание температуры происходит и в горах, но здесь это явление оказывается более сложным, т. к. сказывается ещё воздействие форм рельефа. В горах интенсивность солнечной радиации больше, т. к. воздух содержит меньше водяных паров и пыли и толщина атмосферы, поглощающей солнечную радиацию, меньше, поэтому возрастает доля ультрафиолетовой радиации, и в горах люди быстрее загорают, а цветы имеют очень яркую окраску. Формы рельефа оказывают влияние на сток холодного воздуха в котловины, в результате чего образуется температурная инверсия, т. е. на дне котловины температура становится ниже вследствие застаивания холодного воздуха. Температурная инверсия характерна, например, для Читино-Ингодинской впадины. В вогнутых формах рельефа суточные колебания температуры велики, на вершине холма суточная амплитуда уменьшается, т. к. вершина холма хорошо вентилируется.



Рельеф служит механической орографической преградой для движения воздуха. Тёплые воздушные массы переваливают через хребты. При натекании во время подъёма на хребет воздух постепенно остывает, если его температура достигает точки росы, образуются облака и осадки. Холодный воздух не может подниматься по хребту, он обтекает его, и если высота хребта превышает мощность воздушной массы, то горы оказываются климатическим барьером. Горный рельеф обуславливает существование целой группы местных ветров – фенів, горно-долинных, бора и др.

Рельеф участвует в образовании осадков. Воздух, поднимаясь по склону, достигает уровня конденсации. На горных склонах наблюдается различие в количестве осадков на наветренных и подветренных склонах (например, на наветренном склоне Западных Гат (Индия) выпадает 6 810 мм осадков в год, на противоположном склоне (Восточные Гаты) только 716 мм).

**5. Литосфера и человек.** Человек преобразует литосферу достаточно активно. Процесс технической деятельности человека (техногенез) изменяет поверхность Земли, создавая антропогенные формы рельефа. Рост технических возможностей человека раздвигает границы его активного воздействия на литосферу. Человек ежегодно извлекает свыше 100 млрд т полезных ископаемых, рассеивает на полях миллионы тонн различных удобрений. Если раньше нефть добывали с глубины первых десятков метров, то сейчас скважины могут иметь глубину 3–5 км. Разработка полезных ископаемых открытым способом приводит к возникновению крупных отрицательных антропогенных форм рельефа. Средняя глубина карьеров во многих странах мира достигла 250–300 м. При добыче полезных ископаемых возникают различной формы воронки: от круглых – в местах добычи алмазов, до длинных канав. Техногенное воздействие на литосферу может послужить толчком к проявлению наведённой сейсмичности, т. е. увеличению сейсмической активности некоторых областей планеты вследствие создания крупных водохранилищ, динамического воздействия мощных взрывов, перемещения больших масс горных пород.

По современным данным, более 36 % поверхности суши не производит биологической продукции, занято застройками, дорогами, ледниками, пустынями. В промышленно развитых странах города занимают 7–10 % территории. Масса зданий и сооружений в городах мира составляет 57 млрд т. Учёные считают, что к 2025 г. она возрастет до 130 млрд т. Мировой прирост городских зданий и сооружений составляет 2,5 млрд т в год. Города представляют собой крупные антропогенные положительные формы рельефа, где высота отдельных зданий может достигать 500 м.

Наиболее ярким примером форм рельефа, спровоцированных деятельностью человека, являются образования, появившиеся на границе суши и воды. Кроме искусственных гаваней и участков суши, образован-

ных путём наращивания, большие площади освобождаются из-под воды благодаря дамбам. В Нидерландах более 40 % территории страны составляет защищённая дамбами суша, к ней присоединены бывшие острова. Помимо непосредственного воздействия на литосферу человек, создавая искусственные формы рельефа, активизирует природные процессы. Например, в районе Хибинских гор в результате подземных горных выработок начались просадки грунта, активизировались суффозионные процессы, выветривания и эрозии. Развитие процессов денудации привело к накоплению огромного количества материала, что в свою очередь обусловило формирование селя. Откачка воды из-под г. Мехико привела к оседанию почвы на 8 м, порой просадка происходит со скоростью 150 см/год.

### ***Контрольные вопросы и задания***

1. Каковы общие закономерности формирования рельефа? Планетарный рельеф Земли.
2. Назовите и охарактеризуйте главные тектонические структуры Земли.
3. Каково соотношение горных стран и платформенных областей на суше?
4. На какие генетические типы подразделяются платформенные равнины?
5. Перечислите основные классификации гор. Дайте краткую характеристику гор с соответствия с приведёнными классификациями.\*
6. Каково строение дна Мирового океана? Какие геотектуры и морфоструктуры имеют место на дне Мирового океана?
7. Как происходит влияние рельефа на перераспределение тепла и влаги?
8. Каковы результаты преобразования человеком литосферы?\*

## **2.12. Биосфера**

**1. Понятие о биосфере, её распространение.** Биосфера – это особый объём географической оболочки, своеобразная сфера, объединяющая все геосферы, где существует жизнь. Это область активной современной жизни организмов. Иногда этот слой называют *биостром* (по Ф. Н. Милькову). Начало учения о биосфере как «области жизни» и наружной оболочке Земли связывают с именем французского натуралиста Ж. Ламарка. Термин «биосфера» ввёл австрийский геолог Э. Зюсс в 1875 г. Он понимал её как некую плёнку жизни на земной поверхности. Создание целостного учения о биосфере принадлежит В. И. Вернадскому, в

представлении которого биосфера – это область жизни, основа которой – взаимодействие живого и косного вещества. Биосфера – самая крупная (глобальная) экосистема Земли. Биосфера охватывает нижнюю часть атмосферы, всю гидросферу и верхнюю часть литосферы Земли, населённые и в значительной степени преобразованные живыми организмами.

Поскольку основным фактором распространения жизни является солнечная энергия и жидкая вода, то все живые организмы распределены главным образом в верхних слоях литосферы и гидросферы, а также в нижнем слое – тропосфере. Чем выше пропускная способность той или иной оболочки (способность пропускать солнечные лучи), тем на большую глубину она заселена живыми организмами. Однако биосфера не заканчивается там, куда доходит свет. Поток энергии распространяется ещё дальше: из освещённых слоёв в глубину моря непрерывно попадают мёртвые и живые организмы, продукты их жизнедеятельности.

В *литобиосфере* живые организмы способны проникать на ничтожную глубину, поэтому основная масса организмов сосредоточена в верхнем слое почвы мощностью в несколько десятков сантиметров. На несколько метров или десятков метров вглубь могут проникать корни немногих растений, дождевые черви, некоторые виды грызунов, ведущих подземный образ жизни. Проникновение зелёных растений в глубь литосферы невозможно из-за отсутствия света. Механические свойства горных пород, слагающих литосферу, также препятствуют распространению в них жизни. Кроме того, с продвижением в недра Земли возрастает температура, которая не является оптимальной для существования организмов. Вместе с тем глубокое бурение показало наличие живых микроорганизмов на глубинах более 3 км. В толщине литосферы на глубине 4,5 км в скважинах найдены анаэробные бактерии.

*Аэроббиосфера* – нижние слои атмосферы, куда с поверхности литосферы проникают живые организмы. Растения возносят свои кроны иногда на несколько десятков метров (секвойя вечнозелёная, некоторые виды австралийских эвкалиптов имеют высоту до 100 м). На несколько сотен метров в атмосферу проникают насекомые, летучие мыши и птицы. Восходящие потоки воздуха могут поднимать на несколько километров вверх покоящиеся стадии (споры, пыльцу, цисты, семена) животных и растений. Споры и бактерии в отдельных случаях могут заноситься на высоту 20 км. Однако организмы, проводящие всю свою жизнь в воздухе, т. е. связанные с ним как с основной средой обитания, не известны. В горах хлорофиллсодержащие растения произрастают на высоте почти 6500 м (Гималаи). На ещё больших высотах встречаются мхи и лишайники, некоторые животные (например, пауки, клещи). Высокогорную область биосферы называют *эоловой зоной*. Ещё выше живые организмы попадают лишь случайно.

*Гидробиосфера* в отличие от атмосферы и литосферы заполнена жизнью по всей толще, хотя интенсивнее всего жизнь происходит в поверхностных слоях воды (Мирового океана).

Теоретически пределы биосферы намного шире, поскольку в гидротермах дна океана на глубинах около 3000 м обнаружены организмы при температуре 250 °С. При давлении 300 атм. вода здесь не кипит. Установлено, что живые организмы обитают практически в любой среде, в том числе в атомных реакторах, на дне глубочайших океанических понижений в бескислородных условиях и среди химических соединений типа сероводорода, углеводов и др. В рассеянной форме жизнь проникает в глубь Земли: по трещинам земной коры, искусственным выработкам и шахтам; животные, растения и бактерии могут опускаться на глубину до 2,5–3 км и более. Нефть, залегающая глубоко от поверхности, также имеет своеобразную бактериальную флору. Микроорганизмы сохраняются в космическом пространстве на стенках автоматических аппаратов. В 1985 г. в Атлантическом океане были обнаружены красные водоросли на глубине 270 м, где освещённость отсутствует. Тогда же на дне Тихого океана был найден сверхгорячий источник с температурой воды 400–430 °С, в котором среди горячих рассолов обитали бактерии, крупные раковины-моллюски, некоторые виды червей. Ранее бактерии были обнаружены на глубинах более 2500 м в «чёрных курильщиках» – термальных источниках на дне Тихого и Атлантического океанов с температурой 300 °С. Заслуживает внимания и заявление исследователей о том, что местами в океанических глубинах обстановка для жизни более благоприятная, чем в приповерхностных слоях. Так, анализы проб воды с глубины около 1500 м показали наличие в 1 см<sup>3</sup> воды от 200 до 400 тыс. бактерий, что значительно превышало их количество на поверхности океана.

За минимальную единицу биосферы обычно принимают *биогеоценоз*, который представляет единство биоценоза (живой части) и биотопа (среды). *Биоценоз* – сообщество растений, животных и микроорганизмов, связанных в одно целое общностью условий существования. В биоценозе все компоненты взаимосвязаны. Главным первичным компонентом биоценоза являются растения, они образуют растительные сообщества – фитоценозы. Совокупность фитоценозов той или иной территории образует растительный покров территории. Растения благодаря своей неподвижности образуют постоянную основу биоценоза. Сообщества, образованные животными, называются зооценозами. Границы зооценозов достаточно условны, т. к. животные совершают миграции и могут посещать различные биоценозы. Роль животных в сообществе зависит от сроков их пребывания в нём и функций, которые они в нём выполняют. В биоценозе выделяется микробиоценоз – жизненное сообщество микроорганизмов данной территории. То есть биоценоз можно рассматривать как совокупность фитоценозов, зооценозов и микробиоценозов, развивающихся на однородном участке территории.

**2. Живое вещество и уровни организации живой материи.** Живое вещество – одно из самых древних известных на Земле природных тел. Химический элементарный состав живого вещества планеты характеризуется преобладанием следующих элементов: водорода, углерода, кислорода, азота, фосфора, серы. Они являются главными элементами живого вещества и называются *биофильными*. Атомы их создают в живых организмах сложные молекулы в сочетании с водой и минеральными солями. Эти молекулярные постройки представлены углеводами, липидами, белками и нуклеиновыми кислотами. *Углеводы* – органические вещества, состоящие из углерода, водорода, кислорода; это основной источник энергии всех форм клеточной деятельности; они играют роль питательных веществ в организмах. *Липиды* – жироподобные вещества и жиры, плохо растворимые в воде, состоят преимущественно из водорода и углерода, выполняют защитную функцию, защищая организм от охлаждения. *Белки* – наиболее сложные химические соединения в организмах, состоящие из сочетаний 20 различных аминокислот. Многие белки выполняют в живых организмах роль ферментов, ускоряющих химические реакции. *Нуклеиновые кислоты* находятся в ядре клетки. Представлены двумя типами кислот – ДНК (дезоксирибонуклеиновая) и РНК (рибонуклеиновая). Они регулируют синтез белка и передачу наследственной информации.

Живые организмы принимают участие в круговоротах. В пределах биосферы происходит обмен кислорода среды с живыми организмами или их остатками после гибели. Растения производят свободный кислород, животные являются его потребителями путём дыхания. Гидросфера также связана с деятельностью живого вещества. Предполагают, что количество воды, находящейся одновременно в организмах, может покрыть Землю плёнкой толщиной 1 мм. Организмы непрерывно потребляют и выделяют воду, их деятельность определяет газовый и солевой состав вод океана и внутренних водоёмов. В воду поступают продукты жизнедеятельности организмов и продукты разложения органических остатков. В результате обогащения газами и минеральными соединениями вода становится химически активной, способной растворять горные породы. Солевой состав вод Мирового океана во многом определяется деятельностью живого вещества. Воздействие живого вещества на литосферу также разнообразно. При участии живых организмов создаются органогенные горные породы – известняки, кремниевые породы. Особым природным образованием являются почвы. В. В. Докучаев считал, что *почвы* – это естественно-историческое тело, сформированное в результате взаимодействия органического и минерального вещества. К почвообразующим факторам относятся горные породы, живое вещество, вода, воздух. Деятельность организмов – важнейший фактор почвообразования. Корни растений разрушают породу механически и химически, выделяя органические кислоты. Растения берут из породы влагу и минеральные вещества, от-

дают почве растительные остатки. Животные разрыхляют породу, улучшая условия проникновения в почву воды и воздуха. Разложение органического вещества осуществляется бактериями, живущими в почве. В результате деятельности живых организмов в почве накапливается гумус, который является главным элементом плодородия почв.

Живое вещество биосферы – сочетание биологических систем разной структуры и разных уровней существования. Выделяется восемь *уровней организации живой материи*:

- *молекулярный* – самый низкий уровень организации живой материи. Биологическая система на этом уровне проявляется в виде функционирования органических молекул – белков, углеводов, нуклеиновых кислот. С этого уровня проявляются свойства, характерные для живого вещества – обмен веществ, передача наследственности;

- *клеточный*. На этом уровне биологически активные молекулы объединяются в клетку. На Земле существуют одноклеточные и многоклеточные живые организмы;

- *тканевый*. На этом уровне сочетание однородных клеток образует ткань. Ткани в организме выполняют определённую функцию – каждая ткань имеет защитную функцию, жиры выполняют роль запасных питательных веществ;

- *органный* – уровень организации живой материи, на котором отдельные типы тканей образуют определённые органы;

- *организменный* – уровень, на котором формируется единая система – индивидуальный организм. На Земле существует несколько миллионов видов организмов;

- *популяционно-видовой*. На этом уровне существуют совокупности однородных организмов, объединённых единством происхождения, местом обитания;

- *биоценоз и биогеоценоз* – уровень организации, объединяющий разные по видовому составу организмы. В биогеоценозе они взаимодействуют друг с другом на определённом участке территории;

- *биосферный* – самый высокий уровень организации, когда сформировалась система наиболее высокого ранга – биосфера.

*В. И. Вернадский* дал представление о пяти основных биохимических функциях живых организмов.

Первая функция – *газовая*. Большинство газов планеты порождено живыми организмами. Подземные, горючие газы, болотный газ (метан) – продукты разложения органических веществ.

Вторая функция – *концентрационная*. Организмы накапливают в своих телах многие химические элементы. На первом месте стоит углерод. В кораллах концентрируются карбонаты, формируется органогенный известняк. Концентраторами кремния являются диатомовые водоросли.

Третья функция – *окислительно-восстановительная*. В процессе своей жизнедеятельности организмы регулируют газовый режим водоёмов, создавая благоприятные условия для осаждения некоторых химических элементов.

Четвёртая функция – *биохимическая*. Организмы растут, размножаются и перемещаются в пространстве. Размножение приводит к быстрому распространению живых организмов на Земле.

Пятая функция – *биохимическая деятельность человечества*. Она охватывает всё большую часть планеты и приводит к видоизменению всей биосферы.

В. И. Вернадский считал, что на современном этапе биосфера переходит в *ноосферу* – сферу разума, когда человек становится могучей геологической силой. Оценивая роль разума и научной мысли как планетарного явления, учёный пришёл к выводу о том, что ход научного творчества является той силой, которой человек меняет биосферу. Данное изменение биосферы – неизбежное явление, сопутствующее росту научной мысли и происходящее независимо от человеческой воли, стихийно, как природный процесс.

**3. Организация биосферы.** В современных классификациях органический мир Земли на высшем таксономическом уровне делится на два надцарства: *прокариоты* (безъядерные) и *эукариоты* (ядерные). Первые включают два царства: *архебактерии* и *бактерии* (в том числе цианобактерии, или сине-зелёные водоросли), вторые – три царства: *животные*, *грибы* и *растения*. Это деление основано на закономерностях эволюционного развития и клеточного строения организмов. Живые организмы также классифицируют, исходя из функций, выполняемых ими в обмене веществом и энергией. Различают *автотрофные* и *гетеротрофные* организмы. Автотрофные организмы – зелёные растения и некоторые прокариоты, создающие органическое вещество из неорганического, используя в качестве источника энергии чаще всего солнечную радиацию – *фотосинтез*. Некоторые бактерии создают органическое вещество за счёт энергии химических реакций – *хемосинтеза*. Гетеротрофные организмы – животные, грибы, большинство бактерий, питающиеся готовым органическим веществом, при этом грибы и бактерии используют органические остатки и продукты жизнедеятельности других организмов.

На суше обитает от 350 до 500 тыс. видов растений, в том числе 60 тыс. низших и 250 тыс. покрытосеменных. Животных насчитывается 1,5–1,7 млн видов, из них насекомых – около 1 млн. Количество грибов превышает 100 тыс. По сравнению с сушей видовое разнообразие фауны и флоры в океане беднее. В его водах обитает около 10 тыс. видов растений и более 160 тыс. видов животных. Это связано, прежде всего, с разнообразием условий существования и обилием кормовой базы на суше. На

суше важные функции выполняют растения: в ходе фотосинтеза они продуцируют органическое вещество и свободный кислород атмосферы. Животные, грибы и бактерии на суше имеют гораздо меньшую массу, однако их роль в функционировании биоценозов также значительна. Каждый из видов выполняет специфическую функцию. Основная жизнь в *океане* сосредоточена в приповерхностном слое глубиной до 200 м, который обычно называют верхним деятельным слоем. Такое распределение связано, главным образом, с распространением света и количеством пищи в толще вод. Среди растительных организмов преобладают водоросли, представленные как фитопланктоном, так и крупными экземплярами, длиной до нескольких десятков метров, морскими травами. Животные распространены во всех слоях океана. Среди них преобладают простейшие, моллюски, ракообразные, рыбы. Ниже глубины проникновения света растений нет, следовательно, не создаётся первичная органическая продукция, и животные питаются остатками, поступающими сверху. По условиям существования в океане различают среды обитания:

- *литораль* – прибрежная область;
- *пелагиаль* – толща воды;
- *абиссаль* – глубоководная область;
- *бенталь* – дно.

По образу жизни среди обитателей океана выделяют группы: 1) *планктон* – пассивно перемещающиеся скопления одноклеточных водорослей (фитопланктон) и некоторых видов животных (зоопланктон), которые связывают цепи питания поверхностных и глубинных слоёв; 2) *нектон* – активно передвигающиеся животные, способные противостоять течению (рыбы, головоногие и др.); 3) *плейстон* – совокупность организмов, живущих у поверхностной плёнки воды; 4) *бентос* – состоит из организмов, обитающих на дне, могут быть прикрепленными, сидячими, роющими, свободно плавающими.

**4. Биомасса и биопродуктивность.** *Биомасса* – совокупность организмов (живых и отмерших) в экосистеме. Она может быть выражена числом особей, а также в весовых (масса) или энергетических (калориях) характеристиках.

*Биопродуктивность* – это скорость, с которой происходит продуцирование биомассы. В производстве биомассы участвуют *продуценты* – организмы, которые посредством фото– или хемосинтеза накапливают потенциальную энергию в виде органических веществ, созданных из минеральных веществ, поставляемых абиотической средой, и *консументы* – организмы, которые питаются этими созданными сложными органическими веществами.

Различают понятия первичной и вторичной биопродуктивности. *Первичная продуктивность* – скорость, с которой продуценты в процессе



фотосинтеза связывают энергию и запасают её в форме органических веществ. Эти вещества могут быть использованы растительными организмами – *консументами первого порядка*. *Вторичная продуктивность* – скорость продуцирования биомассы *консументами второго порядка* или *редуцентами* – потребителями мёртвого органического вещества.

Одной из закономерностей распределения биомассы на Земле является неоднородное распределение её по вертикали и горизонтали. Другая закономерность проявляется в концентрации биомассы на контакте контрастных сред, что теоретически было предсказано В. И. Вернадским ещё в 30-е гг. XX в. Главной контактной зоной географической оболочки является граница суши и океана с атмосферой. Мощность слоя, в котором сосредоточена основная масса живых организмов, составляет здесь от нескольких метров до нескольких десятков метров. Существуют и другие локальные контактные зоны (льды и акватория, берега рек и морей, гидрологические фронты), также обогащённые биомассой и видовым составом организмов.

При сравнении величины сухого органического вещества оказалось, что по этому показателю суша значительно превосходит океаны. На *суше* величина биомассы тесно связана с водно-тепловыми условиями. Максимальные показатели характерны для лесных сообществ, особенно для влажных тропических лесов, где много теплоты и обильное увлажнение. Это максимум биомассы. От него биомасса убывает в трёх направлениях: в сторону тропических пустынь (где рост живых организмов ограничивается дефицитом влаги), в сторону полярных районов (где недостаточно тепла) и в сторону высокогорий (где недостаточно тепла, пониженное давление). Биомасса некоторых районов земного шара практически равна нулю (центральные районы Антарктиды и Гренландии, высокогорье Анд, Гималаев и др.).

В *океане*, где фитопланктон занимает центральное место в составе продуцентов, для распределения биомассы характерны циркумконтинентальная и горизонтальная зональности. *Циркумконтинентальная зональность* проявляется в уменьшении биомассы от прибрежных зон к наиболее удалённым от берега зонам океана, где она достигает 1–2 кг/м<sup>2</sup>. Это объясняется снижением количества питательных веществ в воде. Это можно проследить в изменении цвета морской воды от буро-зелёного, характеризующего «плодородие» у берегов, к ярко-синему, характеризующему малое количество питательных элементов в зоне открытого моря (пелагиаль). *Горизонтальная зональность* связана с закономерностями распределения и характером циркуляции вод. Низкие значения биомассы типичны для тропических морей и центральной части Северного Ледовитого океана. В областях циклонических круговоротов биомасса возрас-

тает. Высокие показатели биомассы свойственны районам умеренного пояса в северной части Атлантического и северо-западной части Тихого океанов.

**5. Основные вехи эволюции биосферы.** Эволюция биосферы происходит в рамках уже сложившихся уровней организации живого вещества. В этом заключается её своеобразие.

*Основными вехами эволюции биосферы являются:*

- быстрое (в геологическом масштабе времени) освоение жизнью земного пространства;
- постепенное преобразование геологических и геохимических круговоротов вещества в биогеологические и биогеохимические;
- преобразование первичной атмосферы и стабилизация её газового состава;
- замена восстановительного (бескислородного) фона геохимической среды окислительным;
- возникновение почвообразовательного процесса и создание вследствие этого почвенной структуры;
- детерминация химической активности природных вод (создание зональной структуры гидросферы и вод).

Одним из наиболее существенных событий в эволюции биосферы стало возникновение окислительной среды, повлёкшей за собой ряд изменений, в частности, уменьшение кислотности вод и превращение среды Мирового океана в щелочную среду, изменение подвижности химических элементов, обогащение кислородом всех оболочек, примыкающих к земной поверхности. Показателем эволюции биосферы служит изменение способности живого вещества концентрировать химические элементы, соединения и энергию. Это концентрационная функция живого вещества.

Тенденциями эволюции биосферы являются:

- увеличение разнообразия жизненно необходимых химических элементов;
- изменение соотношений между ними;
- усложнение строения и функциональных свойств живых организмов, что привело к биоразнообразию.

Одной из основных тенденций развития биосферы на экосистемном уровне является стремление дольше сохранить вещества, созданные продуцентами, в биохимическом круговороте (например, за счёт увеличения трофических уровней в пищевой цепи) и повысить его интенсивность. При этом важнейшими событиями были возникновение и эволюция основных способов питания (автотрофного и гетеротрофного), типов экологических взаимодействий (хищничество, паразитизм, конкуренция, кооперация, комменсализм) и становление биотического круговорота,

осуществляемого продуцентами, консументами и редуцентами. Графически пищевые связи чаще всего выражаются в форме различных экологических пирамид и круговоротов: численности, биомассы, энергии.

**6. Биосфера и человек.** Средняя продолжительность существования вида составляет 4 млн лет. Учёные считают, что за год естественным путём исчезают 4 вида. Однако за антропогенный период скорость исчезновения видов резко увеличилась: за год исчезает несколько десятков видов растений и животных. После 1600 г. исчезли 384 вида высших растений, 23 вида рыб, 21 вид рептилий, 113 видов птиц, 83 вида млекопитающих. Особенно пострадала фауна океанических островов. На некоторых островах исчезло 85 % местных видов в результате деятельности человека.

В 60-х гг. XX в. в Мировом океане добывалось огромное количество китов, особенно вблизи Антарктиды. Например, в 1967 г. китобойными флотилиями разных стран было выловлено около 24 000 китов (финвалов, сейвалов, голубых китов). Такой чрезмерный вылов привёл к резкому сокращению численности отдельных видов этих животных, поэтому был введён запрет на ловлю отдельных видов китов, на сегодняшний день их численность начала повышаться.

На суше под воздействием человека многие виды стали редкими и исчезающими. Установлено, что на планете под угрозой исчезновения находится не менее 30 000 видов, что составляет 10 % от общего числа. С другой стороны, на Земле увеличивается количество искусственно отобранных и выведенных человеком организмов, некоторые животные продолжают существовать только благодаря их одомашниванию. В настоящее время благодаря клонированию может резко возрасти число искусственно созданных организмов.

Новым перспективным направлением обогащения биологических ресурсов Мирового океана является марикультура, т. е. выращивание и разведение промысловых организмов. В Японии ещё 2 000 лет назад на приливных участках берега занимались разведением устриц, об их разведении упоминал Аристотель. В России ведутся работы по выращиванию лососей и водорослей у берегов Японского, Белого и Баринцева морей. Значительное развитие марикультура получила в Каспийском море, где разводят осетров.

Важной составляющей живого вещества является лесной покров. Лесам принадлежит ведущее место в стабилизации природной среды, они воздействуют на газовый и тепловой режим. В лесах увеличивается влажность и годовое количество осадков, изменяется поверхностный и подземный сток. Обезлесение приводит к аридизации климата, эрозии почв, опустыниванию территорий. За последние 100 лет площадь лесов сократилась на 15 млн км<sup>2</sup>.

## *Контрольные вопросы и задания*

1. Раскройте содержание понятия «биосфера». Каковы границы её распространения.
2. Чем отличаются понятия «биосфера» и «географическая оболочка»?\*
3. Перечислите уровни организации живого вещества. Дайте им краткую характеристику.\*
4. Каковы основные биохимические функции живого вещества? Какова его роль в развитии атмосферы, гидросферы и литосферы?
5. Каковы особенности организации биосферы?
6. Что понимают под биомассой и биопродуктивностью?\*
7. Каковы тенденции эволюции биосферы?
8. Как проявляется влияние человека на биосферу?\*

### **2.13. Закономерности и динамика географической оболочки**

В развитии географической оболочки (ГО) существуют свои закономерности и характерные черты. К основным закономерностям географической оболочки относятся: целостность, ритмичность, зональность, азональность и полярная асимметрия.

**1. Целостность географической оболочки.** Географическая оболочка представляет собой единое, неразрывное целое. *Целостность* – одна из её важнейших закономерностей, которая проявляется в том, что все компоненты тесно взаимосвязаны друг с другом, проникают друг в друга, и изменение любого из них приводит к нарушению целостности всей оболочки. ГО – не механическая сумма компонентов, а качественно новое образование, обладающее специфическими чертами и развивающееся как единое целое. В результате происходят сложные и непрерывные процессы обмена веществ и энергии, приводящие к изменению и развитию составных частей и в целом всей ГО.

Количество солнечной радиации определяет температуру земной поверхности, → температура определяет движение воздуха над поверхностью, → движение воздуха приводит к конденсации, выпадают осадки, → количество осадков направляет развитие гидрографической сети, → речная сеть разрушает поверхность и т. д. Стоит измениться какому-то одному звену этой цепочки – вся цепочка процессов станет строиться по-другому: меньше солнечной радиации – ниже температура, изменяется направление движения воздуха, осадки не образуются, речная сеть не формируется, поверхность преобразуется ветром и т. д. Таким образом, *взаимобусловленность элементов ГО – её обязательное свойство*. Географическая оболочка – это саморегулирующая система, взаимодействие

её элементов направлено на сохранение её целостности. При малейшем изменении какого-либо из элементов вся система перестраивается и, таким образом, сохраняет свою целостность.

Целостность ГО достигается за счёт круговоротов вещества и энергии. Круговоротам подвержено вещество литосферы, гидросферы; атмосферы и биосферы. В литосфере осуществляется круговорот вещества, охватывающий зону гипергенеза. В атмосфере круговорот представлен общей циркуляцией атмосферы; происходит образование воздушных потоков планетарного масштаба. На общую циркуляцию атмосферы накладываются местные воздушные круговороты. В гидросфере формируются большие и малые круговороты воды. В океане существуют горизонтальные и вертикальные круговороты водных масс; на суше наблюдается отекание воды по руслам рек, образование озёр, ледников и подземных вод. Большое значение имеет биологический круговорот – образование и разложение органического вещества. Круговороты различны по своей сложности. В одних происходит механическое перемещение вещества, в других наблюдается изменение агрегатного состояния вещества (круговороты воды); в третьих – химическое превращение (реакция фотосинтеза).

Целостность и взаимосвязь компонентов можно проследить при рассмотрении истории четвертичных оледенений. Во время оледенения большие объёмы воды консервируются в ледниках, что вызывает значительное понижение уровня всего Мирового океана (на 100–110 м). Понижение уровня Мирового океана сказалось в свою очередь на природе всей Земли: произошло осушение шельфа, материки и океаны приобрели другие очертания. В это время возникают «континентальные мосты», по которым происходила миграция видов, следовательно, растения и животные заселяют новые территории. Затем в межледниковье материковые льды таяли, дополнительные объёмы воды стекали в океан, что обусловило повышение уровня воды Мирового океана и, как следствие, затопление шельфа, уменьшение площади материков и увеличение площади океанов. В это время «континентальные мосты» разрушаются, что ограничивает миграцию наземных организмов, но может вызвать миграцию водных организмов. Если «континентальные мосты» в последующие ледниковые эпохи не восстанавливаются, на материках формируется своеобразный органический мир.

Особенно большое воздействие на компоненты ГО оказывает человеческая деятельность. Недостаток знаний о взаимосвязи компонентов уже привёл к возникновению проблем Каспийского и Аральского морей, опустыниванию обширных территорий, деградации почв. Особенно остро стоит проблема Аральского моря, уровень которого понизился на 13 м. К 90-м гг. XX в. р. Сырдарья уже не впадала в море, а сток Амударьи колебался от 0 до 10 км<sup>3</sup> в год. Солёность аральских вод возросла вдвое, а объём уменьшился на 600 км<sup>2</sup>.

Таким образом, закон целостности ГО предупреждает о необходимости предварительного и тщательного изучения географической структуры территории, подвергающейся тому или иному воздействию со стороны человека. Разумное природопользование невозможно без учёта этого закона.

**2. Ритмические процессы в географической оболочке.** Географическая оболочка направленно развивается во времени. Однако ей свойственны ритмические колебания, при которых состояния геосистем периодически (с большей или меньшей правильностью в чередовании ритмов) повторяются. *Ритмичностью* называется повторяемость во времени комплекса процессов, которые каждый раз развиваются в одном направлении. Это одна из закономерностей существования и развития ГО, проявляющаяся в изменчивости всех процессов. Выделяют два вида ритмических движений:

- периодические;
- циклические.

Под *периодами* понимают ритмы одинаковой длительности (например, время оборота Земли вокруг оси или период обращения её вокруг Солнца). Ритмы различной продолжительности называют циклами (например, 11-летний цикл колебания солнечной активности).

Проявляясь одновременно, ритмы нередко накладываются друг на друга, что приводит к усилению одних ритмов другими или к их взаимному ослаблению. Кроме того, скорость ответной реакции отдельных компонентов географической оболочки на внешние ритмические воздействия различна. Познание законов ритмики необходимо для разработки долгосрочного прогнозирования географических процессов.

Изменчивость процессов в ГО обуславливают внешние и внутренние источники. К ним относят астрономические, т. е. обусловленные взаимодействием Земли и её оболочек с Солнцем и другими космическими телами, главным образом Луной; климатические и другие возмущения, которые непосредственно влияют на процесс, вызывая *вынужденные колебания* среды (например, ветровое волнение). Помимо этого, в самих геосферах могут возникать *автономные колебания*, возникающие после прекращения действия внешней силы (например, волны ряби).

Каждая геосфера имеет свой набор причин и следствий, проявляющихся в определённый отрезок времени.

Геологические циклы – самая крупная единица установленной периодичности. Они отразились в смене режимов осадконакопления, вулканизма и магматизма, эпохах расчленения и выравнивания рельефа, периодах формирования кор выветривания, чередовании морских трансгрессий и регрессий и др. Вся геологическая история Земли насчитывает циклы в несколько сотен миллионов лет, на их фоне происходят более

короткие циклы, природа которых различна. Наиболее продолжительный астрономический период – *галактический год* – время между двумя последовательными прохождениями Солнца через одну и ту же точку галактической орбиты (180–200 млн лет). Колебательными движениями земной коры и обусловленными ими изменениями распределения суши и моря определяется геологическая периодичность с ритмом 35–45 млн лет, которая положена в основу выделения *периодов*. Существует цикл продолжительностью 85–90 млн лет (космическое полугодие), обусловленный сменой положения плоскости эклиптики Солнечной системы относительно такой же плоскости Вселенной.

История развития Земли делится на этапы:

- *каледонский* (кембрий, ордовик, силур), длительностью около 200 млн лет;

- *герцинский* (девон, карбон, пермь), длительностью 150–190 млн лет,

- *альпийский* (мезозой, кайнозой), длительностью около 240 млн лет.

Эти этапы обладают общими чертами, которые позволяют говорить о цикличности: начало каждого этапа ознаменовано общим опусканием земной коры, а завершение – её поднятием. В эпоху опускания господствуют морской режим и однообразный климат, в эпоху поднятий широко распространены суша, мощные складкообразовательные и горообразовательные движения, разнообразные климаты. Средняя (170–190 млн лет) продолжительность этих этапов примерно соответствует длительности галактического года.

Механизм, управляющий ритмическими движениями земной коры, до конца ещё не выяснен и предположительно связан с внутренними особенностями развития Земли или обусловлен длительностью галактического года.

Продолжительность *сверхвековой ритмики* составляет от нескольких сотен до нескольких тысяч лет. Особенно хорошо выражен ритм продолжительностью 1800–1900 лет (например, смена влажного и засушливого климата Сахары). В каждом цикле длительностью 1850 лет есть три фазы:

- *трансгрессивная* (фаза прохладно-влажного климата), развивающаяся весьма быстро и энергично, но относительно короткая – 300–500 лет; в эту фазу усиливается оледенение, увеличивается сток рек, повышается уровень озёр;

- *регрессивная* (фаза сухого и тёплого климата) продолжительностью 600–800 лет, протекающая медленно и вяло; в эту фазу ледники отступают, реки мелеют, уровень озёр понижается;

- *переходная*, охватывающая промежуток в 700–800 лет. Переход от регрессии к трансгрессии – чёткий и быстрый, а от трансгрессии к регрессии – сглаженный.

В климатических рядах также хорошо прослеживаются колебания с периодами 3500–4500 лет, представляющие собой удвоенные ритмы. Со строгой периодичностью изменяются некоторые астрономические факторы: периодичность наступления равноденствий составляет 21 тыс. лет; изменение наклона эклиптики от  $24^{\circ}36'$  до  $20^{\circ}58'$  происходит с интервалом в 40 тыс. лет и влияет на положение тропиков и полярных кругов, что обуславливает заметные климатические циклы продолжительностью 40,4–40,7 тыс. лет.

По мнению ряда учёных, большинство наблюдаемых в природе *внутривековых ритмов* имеют космическое происхождение, поскольку обнаруживают связь с ритмами Солнца и отдельных небесных тел. Для годовых колебаний системы атмосфера – океан – суша выделены следующие циклы, каждый из которых имеет свою природу: 111 лет, 80–90 лет, 44 года, 35–40 лет, 22 года, 19 лет, 11 лет, 6–7 лет, 3–4 года, 2 года. Полагают, что *солнечная активность* ответственна за возникновение в географической оболочке ритмов средней продолжительностью в 2–3 года, 5–6 лет, 11 лет, 22–23 года, 44 года, в 80–90 лет. Эти ритмы установлены во многих явлениях: толщине годовых колец у деревьев, периодичности снегонакопления в Антарктиде, размножении саранчи, повторяемости магнитных бурь и полярных сияний, чередовании вспышек жизнедеятельности ряда организмов, заболеваемости людей и др. В колебании солнечной активности наиболее известен 11-летний цикл, хотя его продолжительность может меняться. В изменении интенсивности природных процессов (активизация деятельности вулканов и сейсмической активности, катастрофические наводнения крупных равнинных рек и др.) наблюдается ритм продолжительностью около 90 лет. Полагают, что он также связан с солнечной активностью, а именно, с усилением каждого восьмого солнечного цикла (88–90 лет).

Установлены ритмы, обусловленные изменениями *приливообразующей силы* в результате взаимного положения Земли, Луны и Солнца. Наиболее известным из них является лунный деклинационный период в 18,6 лет, а также ритмы длительностью 1–2 года, 8–9 лет и около 111 лет.

*Сейсмическая активность* Земли также носит ритмический характер при средней продолжительности ритмов в 22–23 года.

*Эль-Ниньо* – аномальное продвижение тёплых экваториальных вод южной ветви Межпассатного противотечения далеко на юг вдоль побережья Южной Америки при ослаблении юго-восточного пассата. Такие вторжения тёплых вод на юг резко меняют океанологические и метеорологические условия в прибрежных районах Перу и Чили и приводят к массовой гибели холодолюбивых промысловых рыб, катастрофическим ливням и штормам большой силы. Фазы наступления Эль-Ниньо различны, но отмечена периодичность в 2, 4–5 и 8 лет.



*Нестабильность вращения* Земли порождает в океане и атмосфере полюсной прилив, который влияет на движения атмосферы и океана и протекающие в них процессы. Его амплитуда в океане составляет 0,5 см и зависит от величины смещения полюса. В системе *атмосфера – океан – суша* наблюдаются нелинейные колебания: атмосфера и океан раскачивают Землю, а Земля в свою очередь влияет на колебания атмосферы и океана. Движения Земли, атмосферы и океана при этом то ослабевают, то усиливаются. Таким образом, вся система Земля – атмосфера – океан совершает согласованные колебания с периодичностью 3 и 6 лет.

*Внутригодовые ритмы* характеризуют сезонные колебания, наиболее выражены они в высоких и умеренных широтах и в некоторых тропических районах (например, в муссонной зоне Индийского океана). В умеренном поясе, где хорошо выражены все 4 сезона года, ритмика проявляется, например, в ежегодном пожелтении и сбрасывании листвы деревьями, мимикрии животных, перелётах птиц, зимней спячке животных и др. Годовая ритмика связана и со сменой времён года и обусловлена орбитальным движением Земли. Внутригодовая (сезонная) ритмика проявляется также в годовом ходе климатических элементов (осадков, температуры), гидрологических явлениях (ледостав, ледоход, половодье), почвообразовательных и геоморфологических процессах (активизация термокарста летом и его замирание зимой; величины плоскостной и почвенной эрозии в разные времена года) и др. Такая изменчивость свойственна любой географической зоне и определяется различными причинами: в умеренных широтах – преимущественно ходом температуры, в субэкваториальных областях – режимом увлажнения, в полярных районах – световым режимом. Таким образом, сезонная ритмика наблюдается во всех геосферах.

*Внутримесячная ритмика* связана с изменчивостью периода обращения Солнца, изменением фаз и склонений Луны и обуславливает соответствующие колебания атмосферных, гидрологических и биологических процессов. Внутримесячные колебания скорости вращения Земли обнаруживают периодичность в 27, 14 и 9 суток.

*Внутрисуточная ритмика* проявляется в изменении всех гидрометеорологических параметров (температуры, влажности, атмосферного давления), приливо-отливных явлениях, фотосинтезе, биологической активности животных и др. Нагревание горных пород днём и остывание их ночью создаёт суточный ритм физического выветривания. Такой же ритм присущ и процессам почвообразования. Проявлением суточной ритмики движения воздуха, вызванной изменением его плотности при нагревании и охлаждении, являются бризы. Внутрисуточная ритмика связана также со сменой дня и ночи, обусловленной вращением Земли вокруг своей оси. Суточная ритмика на разных широтах имеет свою специфику, что связано с продолжительностью освещения и высотой Солнца над горизонтом.

Ритмические процессы, как и круговороты вещества, не замкнуты. Всякий географический ландшафт изменяется с возрастом, поэтому ритмические явления, протекающие на фоне непрерывного развития ГО, не могут повторить в конце ритма первоначальное состояние – каждый географический процесс происходит только один раз. Закон целостности ГО исключает возможность существования изолированной ритмики отдельных компонентов

**3. Зональность и аazonальность.** *Зональность* – закономерное изменение всех компонентов и самой географической оболочки от экватора к полюсам. Основные причины зональности ГО:

- шарообразная фигура Земли;
- положение относительно Солнца, вследствие чего солнечные лучи падают на земную поверхность под разными углами, постепенно уменьшаясь по обе стороны от экватора.

Таким образом, наличие зональности на земном шаре обусловлено планетно-космическими причинами. В зависимости от географической широты солнечная радиация распределяется зонально и вызывает смену климатов, почв, растительности и других компонентов географической оболочки. Мировой закон зональности ГО проявляется в её разделении на географические пояса и природные зоны. На его основании проводят физико-географическое районирование Земли и отдельных её участков.

Основоположником учения о зональности был русский почвовед и географ В. В. Докучаев. Он считал, что зональность является всеобщим законом природы.

Географы разделяют понятия «компонентная» и «комплексная зональность». Представление о компонентной зональности сложилось с античных времён. Комплексную зональность открыл и обосновал В. В. Докучаев. Учёные выделяют *горизонтальную, широтную и меридиональную зональность*. На равнинах она проявляется как широтная зональность, в приокеанических секторах ориентация зон становится почти меридиональной.

В атмосфере зональность проявляется в распределении атмосферного давления, осадков, влажности, температур, ветров и т. д. В слое мощностью 22–25 км сформировались зональные воздушные массы, выделяются тепловые и климатические Земли. В гидросфере зональны поверхностные водные массы, для которых характерна определённая температура, солёность, содержание газов и разнообразие морских организмов. В литосфере зональны почвы и коры выветривания, экзогенный рельеф, выделяются морфоклиматические зоны Земли. Особенно чётко проявляется зональность в распределении растительного покрова. Для каждой зоны свойственен свой зональный тип растительности, который изменяется в направлении с севера на юг. Так, в таёжной зоне можно выделить северную, среднюю и южную тайгу.

В деятельности людей тоже можно говорить о чертах зональности, для определённых зон характерен свой набор культурных растений: в тёплом климате выращивают кофе, виноград, цитрусовые, в более холодном – зерновые. Различную специфику может иметь, например, строительство в разных природных зонах.

Самым ярким проявлением зональности на Земле является подразделение ГО на *географические пояса*, которые отличаются между собой температурными условиями, особенностями циркуляции атмосферы, почвенно-растительного покрова и животного мира. Обычно говорят о 13 географических поясах: один экваториальный, два субэкваториальных (в Северном и Южном полушариях), два тропических, два субтропических, два умеренных, два субполярных (субарктический и субантарктический) и два полярных (арктический и антарктический). Согласно этому перечню существует симметричное расположение поясов по отношению к экватору. Более благоприятными являются условия для жизни людей в умеренном, тропическом, субэкваториальном географических поясах, поэтому они интенсивнее других освоены человеком. Недаром наиболее развитые цивилизации Италии, Греции, Египта существовали именно в субтропическом поясе. Географические пояса выделяются на материках и на океанах.

Внутри поясов на суше по соотношению тепла и влаги выделяются *географические (ландшафтные) зоны*. Зоны делятся на подзоны по степени выраженности зональных признаков. Следует отметить, что *зональность хорошо выражена только на земной поверхности, с высотой и глубиной зональность быстро затухает*. При движении от полюсов к экватору на материках, в особенности в Северном полушарии, некоторые общие свойства природы периодически повторяются: за безлесной тундрой следуют к югу лесные зоны умеренного пояса, за ними – степи и пустыни умеренного, субтропического, тропического поясов, далее – леса экваториального пояса. Каждая из зон характеризуется отнотипностью температурных условий и увлажнения, что приводит к общности растительного и животного мира. В пределах этих зон выделяют переходные области (лесотундра, полупустыня и др.).

Для выявления закономерностей в расположении географических поясов и зон отечественными учёными был построен гипотетический материк. Размеры материка соответствуют половине площади суши, конфигурация соответствует её расположению по широтам, поверхность представляет собой невысокую равнину, которая омывается океаном. Нанесённые на гипотетический материк границы поясов и зон отражают средние контуры их на равнинах реальных материков, а на месте горных районов они приведены к уровню этой равнины. Оказалось, что большее распространение суши в Северном полушарии вызывает сильное растягивание зон в континентальных секторах северных умеренного и субтро-

пического поясов. В Южном полушарии эти секторы выклиниваются. В общих чертах зональность Южного полушария повторяет зональность Северного полушария. Большинство географических зон располагается меридионально. Только на территории Канады и России, преимущественно в континентальных секторах умеренного и субарктического поясов, преобладает широтное положение зон. Зональность чётко выражена на Восточно-Европейской равнине. Именно при изучении почвы этой равнины В. В. Докучаев открыл закон зональности.

Зоны не везде образуют сплошные полосы. Границы многих зон отклоняются от параллелей, в пределах одних и тех же зон наблюдаются большие контрасты в природе. Поэтому наряду с зональностью выделяют другую географическую закономерность – *азональность* – изменение компонентов и комплексов, связанное с проявлениями эндогенных процессов. Причины аazonальности:

- неоднородность земной поверхности;
- наличие материков и океанов, чередование гор и равнин на материках;
- своеобразие местных факторов: состав горных пород, рельеф, условия увлажнения и др.

Существует две основные формы проявления аazonальности – *секторность* географических поясов и *высотная поясность*. Наиболее ярко секторность выражается в умеренном и субтропическом географических поясах, слабее всего – в экваториальном и субарктическом поясах. Аazonальность проявляется в формировании высотной поясности. Высотная поясность – закономерная смена поясов от подножия к вершине горы. Высотные пояса являются аналогами широтных зон. В основе их выделения – уменьшение температуры с высотой; изменение спектра солнечной радиации (возрастает доля ультрафиолетовых лучей, уменьшается давление). Однако не наблюдается изменения продолжительности дня и ночи, как при перемещении от экватора к полюсам. На сегодняшний день нет единого мнения по поводу того, зональна или аazonальна высотная поясность. По Ф. Н. Милькову высотная поясность – это проявление зональности, горные ландшафты нельзя рассматривать как аazonальные образования, поскольку есть географические зоны равнин, отличающиеся сравнительно простым строением, и есть географические области горных стран, характеризующиеся сложной структурой, изменяющейся в горизонтальном и вертикальном направлении. По С. В. Калеснику высотная поясность аazonальна. По мнению Н. А. Гвоздецкого, на Земле наблюдается две формы географической зональности: горизонтальная – на равнинах и высотная – в горах. А. Г. Исаченко пришёл к выводу, что существует три зональные закономерности: широтная поясность (широтная зональность), секторность (меридиональная зональность) и высотная (вертикальная) поясность.

Высотная поясность имеет много общего с горизонтальной зональностью. Сходство заключается в том, что смена поясов при подъёме в горы происходит в той же последовательности, что и на равнинах при движении от экватора к полюсам. Однако смена поясов в горах происходит быстрее, некоторых зон – аналогов высотных поясов на равнине нет. Например, в горах существует пояс субальпийских и альпийских лугов, которого нет на равнинах.

Высотная поясность в горах зависит от особенностей рельефа гор. Большое значение имеет экспозиция склонов. На южных, северных, на наветренных и подветренных склонах формируется разный спектр поясов. На наветренных склонах обычно произрастает лес, на подветренных склонах – в более засушливых условиях наблюдается степь. В межгорных котловинах формируется инверсия высотных поясов, обусловленная стеканием в котловины холодного воздуха. В результате на дне котловины располагается тундра, на склонах – хвойный лес.

Горизонтальная зональность и высотная поясность тесно между собой взаимосвязаны. Высотная поясность начинается в горе аналога той зоны, в пределах которой находится подошва горы. Например, в горах, расположенных в зоне степей, первый высотный пояс горно-степной. Количество высотных поясов в целом зависит от высоты гор и широты места. Самый простой спектр высотных поясов наблюдается в полярных широтах, там существует единственный пояс ледников, в умеренных широтах существует от трёх до шести поясов, в экваториальных широтах развивается самый полный спектр высотных поясов.

Кроме высотной поясности существует глубинная поясность подводных ландшафтов. Выделяют мелководные ландшафты шельфа, ландшафты материкового склона, абиссальные ландшафты ложа океана и ультраабиссальные ландшафты глубоководных желобов.

По мнению академика *К. К. Маркова*, одной из закономерностей ГО является *полярная асимметрия*. Она проявляется в неодинаковости строения и истории развития Северного и Южного полушарий. Сама фигура Земли асимметрична, северная полярная полуось на 30–100 м длиннее южной и поэтому сжатие Северного полушария меньше. Суша в Северном полушарии занимает 39 % площади, а в Южном – всего 19 %. Северному Ледовитому океану Северного полушария соответствует материк Антарктида Южного. В Северном полушарии находятся наиболее приподнятые участки земной коры (щиты Балтийский и Канадский), а в Южном полушарии на этих широтах – цепочка океанических впадин (Африкано-Антарктическая, Австрало-Антарктическая). Большая часть южных материков занята древними платформами, значительная часть северных образована палеозойскими и мезо-кайнозойскими горами. В Се-

верном полушарии есть пояс молодых складчатых гор (Альпийско – Гималайский складчатый пояс), протянувшийся в широтном направлении. Аналога ему в Южном полушарии нет.

Существует асимметричность суши и океана, которая в неодинаковом распределении свойств других компонентов. Из-за преобладания водной поверхности в Южном полушарии климат более ровный, годовая амплитуда температур  $6^{\circ}$ , а в Северном  $-14^{\circ}$ . Тёплые течения в Северном полушарии распространяются в Северный Ледовитый океан. В Южном полушарии – не далее  $35^{\circ}$  ю. ш. В Южном полушарии существует область мощного материкового оледенения – Антарктида. В Северном полушарии площадь материкового оледенения по сравнению с Антарктидой незначительна, но существует большая область многолетней мерзлоты. Различие между полушариями проявляется и в распределении растительности. В Северном огромную площадь занимает тайга, в Южном аналога ей нет, здесь отсутствуют зоны тундры, лесотундры, лесостепи, пустынь умеренного пояса. Отдельные виды растительности встречаются только в Северном полушарии (сосновые, ивовые, таксодиевые и др.), другие – только в Южном полушарии (нотофагусы, эвкалиптовые и др.). Отличия проявляются и в животном мире. В Антарктиде и близлежащих островах обитают пингвины – жители исключительно Южного полушария, в Арктике – белые медведи, которые обитают только в Северном полушарии. На основе палеогеографических исследований учёными сделаны выводы о том, что полярная асимметрия биосферы имела место и в прошлые геологические эпохи. Например, в настоящее время в Южном полушарии обитает 17 видов пингвинов. Ископаемые пингвины (22 вида) обнаружены также только в Южном полушарии. Наряду с полярной существует и локальная асимметрия. *Локальная асимметрия* присутствует в любой геосфере, на любом иерархическом уровне: циклоны и антициклоны в атмосфере, рельеф поверхности земли и морского дна и т. д.

**4. *Круговороты вещества и энергии как свойство динамики географической оболочки.*** Круговороты вещества и энергии – важнейшая особенность географической оболочки. В природе они играют важную роль, т. к. они:

- обеспечивают многократность одних и тех же процессов и явлений;
- обеспечивают направленный характер их развития;
- дают большую сумму веществ при их ограниченном исходном объёме.

При этом важно, что каждый последующий круговорот отличается от предыдущих: он не образует замкнутого круга, благодаря этому происходит развитие всех компонентов природы и географической оболочки.

*Круговорот вещества* – многократное участие вещества в процессах, протекающих в геосферах планеты. Круговорот энергии – исполь-

зование энергии в геосистемах для обеспечения круговоротов вещества. Основным источником энергии Земли – Солнце, оно даёт 99,8 % всего получаемого тепла. Большая часть солнечной энергии отражается верхними слоями атмосферы, и только примерно 40 % достигает земной поверхности. Солнечные лучи нагревают поверхность суши и Океана, от этого нагревается воздух, образуются облака, на высоте воздух охлаждается, образуются осадки. В результате неравномерного освещения Земли её поверхность нагревается по-разному, образуются области низкого и высокого атмосферного давления, возникает ветер, происходит перемещение воздушных масс. Под влиянием солнечных лучей возникают тропические циклоны, ураганы. Под действием Солнца происходят процессы выветривания, изменяется рельеф планеты. Только при солнечном свете происходит фотосинтез у зелёных растений. ГО способна накапливать солнечную энергию. Другим источником энергии на Земле является её собственная внутренняя энергия, этого тепла поступает примерно в 5 тыс. раз меньше, чем солнечного. Но именно благодаря этому теплу происходит перемещение литосферных плит, медленные колебания земной коры, извержение вулканов, землетрясения.

Круговороты имеют выраженный циклический характер, в них преобладает приходная или расходная часть, что свидетельствует о развитии данной системы, её устойчивости или неустойчивости.

Взаимодействие структурных частей ГО, рассеивание их вещества протекают не хаотически, а представляют собой отдельные звенья общего *межструктурного круговорота* вещества и энергии, связывающего атмосферу, гидросферу, литосферу и биосферу в единое целое – географическую оболочку Земли. Поскольку результатом общего круговорота вещества и энергии является обособление и функционирование географической оболочки, то его называют *общегеографическим* (глобальным) *круговоротом* вещества и энергии. Исходным его звеном является земная поверхность. Под влиянием солнечной энергии возникают динамические явления в тропосфере и гидросфере, которые сопровождаются переносом тепла и влаги, формируется зона активной жизни и кора выветривания – структурные части географических ландшафтов. Это *зона гипергенеза*. Земная поверхность – объект определённого вида, который постоянно изменяется в ходе развития ГО. Общегеографический круговорот протекает медленно, он не является совершенно замкнутым. В разные геологические эпохи с неодинаковой силой проявляются тектонические процессы, в непрерывной эволюции находится органическая жизнь и потому ландшафты каждого круговорота качественно отличны. Общегеографический круговорот вещества и энергии – синтез частных круговоротов, главные из которых – литосферный (геологический) круговорот, круговорот воды, биологический круговорот.

*Литосферные круговороты.* Литосферные круговороты проявляются двояко. В первом случае это действительно перемещение вещества механическими путями, т. е. *круговорот горных пород*. Во втором случае – это изменение вещественного состава горных пород (перенос минеральных веществ в земной коре), такие процессы чаще называют *геохимическими круговоротами*.

Круговорот горных пород. Возникшие продукты выветривания коренных пород и биогенные накопления в земной коре со временем превращаются в комплексы осадочных пород. Под влиянием высоких температур, давления, глубинных растворов осадочные породы метаморфизуются. На больших глубинах эти породы находятся в состоянии термодинамического равновесия, нарушение которого в силу разных причин (изменение давления, поступление дополнительного тепла и т. д.) может повлечь образование магмы. Находящаяся под давлением магма прорывается в верхние слои земной коры и, охлаждаясь, переходит в изверженные кристаллические породы или изливается на поверхность Земли. После этого вновь происходит разрушение магматических, осадочных и метаморфических горных пород. Продукты выветривания переносятся водой, ветром и отлагаются на суше в виде рыхлых осадочных отложений, которые впоследствии уплотняются. На продуктах выветривания формируются ландшафты, являющиеся начальным звеном нового общегеографического цикла.

*Геохимический круговорот.* Следствием многих круговоротов в литосфере являются изменения химического состава горных пород вследствие *миграции* – переноса минерального вещества и перераспределения химических элементов. Этот процесс осуществляется потоками воды, воздуха, ледниками, оползнями, растениями и животными. Миграции подразделяют на:

- механические;
- химические.

*Механическая миграция* – перемещение вещества, происходящее без изменения его химического состава. В результате такой миграции часть твёрдого вещества удаляется с континентов в океаны или перемещается от возвышенных участков суши к понижениям и формирует кластические горные породы (песок, конгломераты и др.). Механическая миграция составляет верхнюю часть большого литосферного круговорота. В течение года этот вид миграции охватывает примерно  $10^{10}$  т горных пород. *Химическая миграция* – это изменение свойств перемещаемого вещества и его химического состава. Этот процесс начинается с разрушения вещества за счёт химического выветривания воздушными и водными мигрантами. *Воздушные мигранты* – элементы, которые могут вступать в химические соединения, – водород, кислород, углерод, азот. Наиболее активен кисло-



род, поэтому от него зависит миграция большинства других элементов. Среди *водных мигрантов* особенно подвижны анионы серы, хлора, бора, брома. Они образуют легкорастворимые соли, накапливаются в воде при испарении и легко поглощаются организмами. Подвижность водных мигрантов не всегда объясняется их собственными свойствами (например, растворимостью в воде). Миграционную способность усиливают процессы минерализации органических соединений, растворение и десорбция. Многие химические элементы, входящие в состав земной коры, при контактных реакциях выходят за её пределы и участвуют в других круговоротах, совершая обмен между живым веществом, атмосферой, гидросферой и литосферой, а также внутри этих сфер.

*Глобальный круговорот воды.* Вода играет исключительную роль в функционировании всей ГО как динамической системе, находящейся в непрерывном движении.

*Круговорот воды* – это непрерывный процесс циркуляции влаги, охватывающий атмосферу, гидросферу, литосферу и биосферу. Он происходит по схеме: *выпадение атмосферных осадков – поверхностный и подземный сток – инфильтрация – испарение – перенос водяного пара в атмосфере – конденсация водяного пара – повторное выпадение атмосферных осадков.* Движущей силой глобального круговорота воды служит солнечная энергия, которая вызывает испарение с поверхности водоёмов и суши. Основным источником поступления влаги в атмосферу является поверхность Мирового океана (85 %), с поверхности суши поступает только 14 %. В круговоротах вода может находиться в разных агрегатных состояниях. В природном круговороте воды выделяют звенья:

- материковое;
- океаническое;
- атмосферное.

*Материковое звено круговорота воды* характеризуется тем, что при попадании на поверхность суши в виде атмосферных осадков вода просачивается в почву или стекает по поверхности, при этом формируется поверхностный и речной сток, затем вода поступает в озера, моря, океаны, часть воды испаряется. Испарение может происходить как с поверхности почвы, водоёмов и надземных органов растений, так и из почвы, горных пород. Просочившаяся в почву влага перемещается в виде внутрипочвенного стока, грунтовых и подземных вод. Эти воды иногда выходят на земную поверхность на склонах или в руслах рек. Часть подземных вод пополняет водные запасы глубоких подземных горизонтов и тем самым надолго выходит из активного водообмена.

Специфическим элементом материкового звена круговорота воды являются ледники. Масса ледников на Земле в течение геологической истории испытывала большие колебания. Во время крупных оледене-

ний огромные массы воды изымались из океана и сосредотачивались в виде ледниковых покровов в околополярных областях. В такие периоды уровень Мирового океана снижался на 100 м и более, в межледниковые эпохи ледники исчезали почти полностью, что приводило к повышению уровня океана.

*Океаническое звено круговорота воды* характеризуется тем, что океан нагревается сверху за счёт поглощения солнечной радиации. Тепловой поток, идущий из земных недр, невелик и не оказывает значительно влияния на тепловой режим океана, кроме самой глубоководной зоны. Более тёплые верхние слои имеют меньшую плотность, чем нижележащие более холодные, вследствие чего вертикальные движения в океане выражены слабее, чем в атмосфере. Совокупность перемещений воды в океане складывается из движений и круговоротов. Помимо морских течений, составляющих общую циркуляцию океаносферы, в океаническом звене круговорота воды участвуют турбулентные и приливные явления, волнения, переносящие энергию воды в горизонтальном и вертикальном направлениях.

В соответствии с зональным распределением солнечной энергии по поверхности планеты, в океане и атмосфере создаются генетически взаимосвязанные циркуляционные системы, образованные однотипными водными и воздушными массами. Важнейший фактор возникновения океанической циркуляции – *ветровое трение* о поверхность воды, благодаря чему океан получает механическую энергию от атмосферы. Ветер вызывает дрейфовые течения, которые сгоняют воды в одних районах и нагоняют в других, в результате образуются градиентные течения.

Морские течения образуют в каждом океане циркуляционные системы. Исключение составляет циркумполярное течение Западных Ветров. Оно образует непрерывный поток воды вокруг земного шара в умеренных широтах Южного полушария, у которого нет аналога в Северном полушарии. Циркуляция поверхностных вод почти полностью повторяет сложившиеся главные системы ветров. В одних районах воды поступает больше, чем убывает, в других – наоборот. Вертикальный обмен связывает поверхностные течения с глубинными. На глубине система течений отличается от поверхностной и во многих случаях наблюдаются глубинные противотечения, направленные в сторону, противоположную распространению поверхностных вод. Например, течение Кромвелла в Тихом океане на глубине 100–400 м движется с запада на восток под поверхностным Южным Пассатным течением. В поверхностных системах формируются поверхностные противотечения, разграничивающие потоки одного направления (например, Межпассатные противотечения Тихого и Атлантического океанов разделяют Северное и Южное Пассатные течения). Подобно рекам, течения могут несколько изменять направление, образовывать завихрения.

В *атмосферном звене круговорота воды* отмечаются следующие моменты: содержание воды в атмосфере невелико, но скорость влагооборота высокая; за год влага сменяется примерно 45 раз. В результате на поверхность Земли в течение года выпадает в среднем 1,1 м атмосферных осадков. Влага в атмосферу поступает за счёт испарения, на которое затрачивается 80 % радиационного бюджета. Столько же энергии выделяется при конденсации влаги в атмосфере на уровне облаков. Водяной пар, перемещаясь, переносит и большое количество тепла. Обмен воздухом, содержащим влагу, между экватором и полюсами достигается в основном за счёт горизонтального переноса воздушных масс. В данном процессе могут участвовать и вертикальные движения, но скорость их намного меньше скорости горизонтальных.

*Биологические круговороты.* Биологические круговороты возникают в процессе созидания и разрушения органического вещества. Они тесно связаны с круговоротами воды, энергии, минеральных веществ. Под *биологическим круговоротом* понимают поступление химических элементов из почвы, воды и воздуха в живые организмы, их превращение в новые соединения и возвращение в окружающее пространство в процессе жизнедеятельности организмов. Биологический круговорот непрерывен, цикличен, неравномерен во времени и пространстве. Исходной ветвью биологического круговорота является *фотосинтез*, в результате которого создаётся органическое вещество. Одновременно с фотосинтезом в каждом растении идёт обратный процесс – *дыхание*. После гибели растений утрачивается часть надземных и подземных органов, образуется мёртвое органическое вещество детрит, которое *разлагается* (минерализуется). В нормально развивающихся фитоценозах количество создаваемого органического вещества превышает ту часть, которая разрушается, т. е. существует положительный баланс органического вещества. Этот процесс можно представить следующим образом:

- в зелёных растениях идёт процесс фотосинтеза: в хлорофилловых зёрнах разлагается вода, водород используется на построение органических соединений, а кислород выделяется в атмосферу;
- органические вещества животных и растений после гибели организмов разлагаются микробами до простейших соединений –  $\text{CO}_2$ , воды, аммиака и др.;
- минеральные соединения снова поглощаются растениями, животными, микробами и снова входят в состав сложных органических веществ.

Таким образом, одни и те же элементы многократно образуют органические соединения живых организмов и многократно переходят в минеральное состояние.

Неотъемлемая часть биологического круговорота – процесс питания. Часть создаваемого органического вещества вовлекается в пищевые цепи, состоящие из последовательного ряда организмов, каждый из которых является источником пищи для последующего. Организмы, синтезирующие необходимые питательные вещества из простых неорганических соединений, называют *автотрофными* (самопитающимися), в пищевой цепи – *продуцентами*. *Гетеротрофы* питаются готовыми органическими веществами и подразделяют на консументы (животные, по типу питания которые делятся на растительноядные (фитофаги), плотоядные (питающиеся другими животными – хищники; многие животные всеядны) и редуценты (грибы и некоторые бактерии, которые разлагают органические соединения на простейшие минеральные; они как бы замыкают биологический круговорот веществ). Типом гетеротрофного питания является *паразитизм*. Он распространён как у некоторых видов животных, так и растений. Трофические цепи, переплетаясь, составляют *пищевые сети*, принцип образования которых заключается в том, что каждый продуцент имеет не один, а несколько консументов. В свою очередь, консументы, среди которых преобладают полифаги, пользуются не одним, а несколькими источниками питания.

*Биогеохимические круговороты*. Под *биогеохимическим круговоротом* понимают часть биологического круговорота, составленную обменными циклами химических веществ, тесно связанных с жизнью углерода, воды, азота, фосфора, серы и биогенных катионов. Для ГО важен *круговорот отдельных биогенных элементов*. Каждый из химических элементов совершает свой круговорот в ГО за счёт солнечной энергии. Участвующие в круговоротах элементы переходят из органической формы в неорганическую, и наоборот. При нарушении равновесия круговоротов этих элементов биогенные элементы накапливаются в ландшафтах или удаляются из них. Органический материал накапливается в отложениях озёр, болот и мелких морей, что приводит к угле– или торфообразованию. Эрозия почв приводит к вымыванию богатых биогенными элементами почвенных слоёв. К основным циклам относят круговороты таких важных для формирования живого вещества элементов, как углерод, кислород, азот, фосфор.

*Круговорот углерода*. Источников углерода достаточно много, но перерабатывается в органическое вещество живых организмов лишь углекислый газ. В процессе фотосинтеза он превращается в сахар, затем в протеиды, липиды и другие органические соединения. Весь ассимилированный в процессе фотосинтеза углерод включается в углеводы, которые в свою очередь служат источником питания живых организмов. В процессе дыхания организмов  $1/3$  углерода превращается в углекислый газ и возвращается в атмосферу. Основные источники современного по-

вышенного поступления углекислого газа в атмосферу антропогенные. В процессе хозяйственной деятельности человека (сжигание топлива, развитие металлургии и химической промышленности) в атмосферу выбрасывается в 100–200 раз больше углекислого газа, чем его поступает из природных источников. В результате уничтожения лесов, загрязнения морей и океанов ослабевают процессы фотосинтеза, что ведёт к увеличению содержания углекислого газа в атмосфере.

*Круговорот кислорода.* Кислород содержится в географической оболочке в разных формах. В атмосфере – в газообразном состоянии в виде молекул кислорода и в составе молекул диоксида углерода  $\text{CO}_2$ , в гидросфере – в растворённом виде. Больше всего кислорода находится в связанном состоянии в молекулах воды, в солях, оксидах твёрдых пород земной коры. Несвязанный кислород расходуется на дыхание животных и растений. Основным источником атмосферного кислорода – зелёные растения. В процессе фотосинтеза высвобождается примерно 1/2500 его содержания в атмосфере в год, т. е. время круговорота кислорода в атмосфере составляет около 2500 лет. Деятельность человека привела к появлению новых видов потребления свободного кислорода, который требуется в производстве тепловой энергии, при сжигании горючих ископаемых, в металлургии, химическом производстве и др. Расход кислорода, связанный с производственной деятельностью человека, составляет около 10–15 % того количества, которое образуется в процессе фотосинтеза.

*Круговорот азота.* Основным источником азота – воздух, где содержится около 78 % азота. Большая часть его образуется в результате деятельности микроорганизмов – фиксаторов азота. Соли азотной кислоты (нитраты) из разных источников поступают к корням растений. В результате биохимических реакций образовавшийся азот переносится в листья, где синтезируются протеины, служащие основой азотного питания животных. После отмирания живых организмов органическое вещество разлагается, азот переходит из органических соединений в минеральные. Время круговорота азота примерно 100 лет. При отмирании растений и животных азот под воздействием бактерий переходит в атмосферу. Основным источником повышенного поступления азота в природный круговорот – современное сельское хозяйство, использующее азотные удобрения. Производство и применение их приводит к нарушению соотношения между количеством газообразного азота, образующегося из органических соединений, и количеством азота, приходящего из атмосферы в процессе его естественной фиксации.

*Круговорот фосфора.* Фосфор – важнейший элемент, участвующий в создании живого вещества. Содержание фосфора в биомассе ГО значительно меньше, чем кислорода и углерода, но без него невозможен синтез белков и других соединений углерода. Основным источником фосфора в ГО являются апатиты. В миграции фосфора большую роль играют ор-

ганизмы, они извлекают фосфор из почв, водных растворов; он входит в многочисленные органические соединения. С гибелью организмов фосфор возвращается в почву и в илы морей, где образуются морские фосфатные конкреции, содержится в скелетах рыб, млекопитающих. При этом создаются условия для образования богатых фосфором осадочных пород, которые в свою очередь являются источником фосфора в биогенном цикле. В настоящее время значительное влияние на запасы и распределение фосфора в ГО оказывают такие факторы, как уничтожение лесов, замена их другими типами растительности.

Между круговоротами элементов существует тесная связь. Особенностью этих круговоротов является то, что в них участвуют не только биогенные элементы, но и посторонние, в том числе *загрязняющие вещества* (поллютанты). Некоторые из них циркулируют в окружающей среде, но могут и накапливаться в организмах. Концентрация поллютанта, обнаруженного в организмах, нарастает по мере прохождения его вверх по пищевой цепи, т. к. организмы быстрее поглощают загрязняющее вещество, чем выделяют его.

Таким образом, круговороты охватывают все геосферы. По степени сложности круговороты различны: одни из них являются механическими движениями (например, циркуляция атмосферы, морские течения), другие сопровождаются сменой агрегатного состояния вещества (например, круговорот воды), третьи характеризуются химической трансформацией вещества (например, биологический круговорот). Круговороты веществ характеризуются естественной изменчивостью, связанной с разным состоянием геосфер и ритмикой природных процессов и явлений.

### ***Контрольные вопросы и задания***

1. Почему целостность географической оболочки является её важнейшей закономерностью?

2. Раскройте содержание понятия «ритмичность географической оболочки». Какие существуют виды ритмических движений?

3. Охарактеризуйте геологические циклы как наиболее крупные единицы установленной периодичности.

4. В чем состоит суть сверхвековых и внутривековых ритмов? Фазы сверхвековых ритмов.

5. Что представляет собой внутригодичная, внутримесячная и внутрисуточная ритмика?

6. Раскройте содержание понятия «зональность географической оболочки». Каковы причины зональности? Её виды.\*

7. Что понимают под «географическим поясом»? Географический пояс как проявление зональности географической оболочки.\*

8. Дайте определение понятию «азональность географической оболочки». Каковы её основные причины и формы проявления?\*
9. Как проявляется взаимосвязь между горизонтальной зональностью и высотной поясностью?
10. В чём различия между полярной и локальной асимметрией? Как проявляется асимметрия суши и океана?
11. Охарактеризуйте геохимический круговорот.\*
12. Охарактеризуйте глобальный круговорот воды, выделив его звенья.\*
13. Охарактеризуйте биологический круговорот. В результате чего он возникает? Питание как неотъемлемая часть биологического круговорота.\*
14. Дайте характеристику круговоротам отдельных биогенных элементов.\*

#### **2.14. Дифференциация географической оболочки и глобальные изменения**

*Дифференциация географической оболочки (ГО)* – разделение единого планетарного комплекса на объективно существующие природные комплексы разного ранга. Дифференциация ГО зависит от зональных и аazonальных причин.

**1. Природный комплекс.** В современной географии учению о природных комплексах принадлежит важнейшая роль. *Природный комплекс (ПК)* – саморегулируемая и самовоспроизводимая система взаимосвязанных компонентов и комплексов более низкого ранга. ПК делятся на *природно-территориальные (ПТК)* и *природно-аквальные (ПАК)*. Наиболее изучены к настоящему времени природно-территориальные комплексы суши. Для природного комплекса характерен относительно однородный участок земной поверхности, единство и однородность которого обусловлено географическим положением, единой историей развития, происходящими в его пределах природными процессами.

Самым крупным ПК (макрокомплекс) является сама географическая оболочка. Все ПК образованы взаимодействующими компонентами, к которым относятся горные породы, воздух, почвы, растения, животные. Роль компонентов в природных комплексах учёными оценивается по-разному. *Н. А. Солнцев* считает, что в зависимости от силы влияния компонентов друг на друга они могут быть расположены в определённой последовательности, начиная с наиболее значимых: земная кора, являющаяся литогенной основой, воздух, вода, растительность, животный мир. Таким образом, литогенная основа, по мнению этого учёного, – ведущий фактор в формировании и устойчивости ПК. Под литогенной основой

понимается комплекс геолого-геоморфологических особенностей изучаемой территории, включая стратиграфию, литологию горных пород, тектонику и рельеф. О равнозначности всех компонентов ПК говорилось В. В. Докучаевым применительно к почве. Учёный считал, что почва – это результат взаимной деятельности климата, растительности, животных, подпочвы (т. е. грунтов). Все они принимают равнозначное участие в образовании почвы. В. В. Докучаев сравнивал ландшафт с организмом, в котором части обуславливают целое, а целое обуславливает части, нельзя изменить какую-либо часть ландшафта, не изменив ландшафт в целом. Впоследствии принцип равнозначности развивался также и *Л. С. Бергом*.

Роль компонентов ПК может изменяться на определённом этапе его развития. Например, при зарастании озера и преобразовании его в болото ведущую роль приобретает растительность; на образование ПК коралловых островов наибольшее влияние оказывает деятельность живых организмов. Компоненты взаимосвязаны не только в пространстве, но и во времени, их развитие происходит сопряжённо. На любое изменение климата обязательно реагируют водоёмы, растительные и животные сообщества, почвы и рельеф. Но такая реакция не бывает быстрой, поскольку каждому компоненту необходимо большее или меньшее время для перестройки. Быстрее всего реагирует растительность, медленнее всего – рельеф. Но компоненты обязательно перестраиваются и стремятся прийти в соответствие друг с другом. Поэтому *природные комплексы определяют как пространственно-временные системы*.

ПК могут быть полными и неполными. *Полные* комплексы образуются всеми компонентами, в *неполных* присутствуют один или два компонента. Это деление достаточно условно, например, воздушные массы, являясь неполным комплексом, образуются благодаря взаимодействию всех компонентов, т. к. в них есть вода, организмы и неорганическое вещество.

ПК имеют самые разные размеры, в связи с чем их разделяют на планетарные, региональные, локальные (типологические). *Планетарным* ПК является сама географическая оболочка. К *региональным* ПК относятся материки, физико-географические, географические пояса и зоны. *Локальные* ПК могут представлять собой, например, овраги, речные долины, болота и др.

**2. Ландшафт и его морфологическая структура.** Термин взят из немецкого языка (*Land* – «земля» и *schaft* – «взаимосвязь»). Термин «ландшафт» был впервые введён в 1803 г. немецким учёным *А. Гоммейером*. В нашей стране развитие ландшафтоведения связывают с трудами таких выдающихся географов, как *Л. С. Берг, А. А. Григорьев, С. В. Калесник, Ф. Н. Мильков и др.*

Известны несколько трактовок географического ландшафта.



*Ландшафт* – территориально ограниченный участок земной поверхности, характеризующийся генетическим единством и тесной взаимосвязью слагающих его компонентов (А. А. Григорьев, С. В. Калесник, А. Г. Исаченко и др.). В этой трактовке ландшафт близок к понятию «физико-географический район».

*Ландшафт* – обобщённое типологическое понятие физико-географических комплексов (Б. Б. Польшов, Н. А. Гвоздецкий и др.). В одну типологическую единицу включаются территориально разрозненные, но сходные относительно однородные комплексы. Для ландшафта характерны однотипная растительность, увлажнение, но территориально он может находиться на разных континентах. Например, ландшафт саванн существует на всех материках, кроме Антарктиды.

*Ландшафт* некоторыми учёными рассматривался и как общее понятие, синоним региональных и типологических комплексов любого ранга, которое можно сравнить с такими понятиями, как климат, рельеф, при определении которых не имеется в виду конкретная территория (Ф. Н. Мильков, Д. Л. Арманд, Ю. К. Ефремов и др.).

Между всеми названными понятиями имеется сходство в том, что в каждом признаются взаимосвязи между элементами природы. Ландшафт – сложное природное образование. Он состоит из более мелких природных комплексов. Основными морфологическими частями ландшафта являются: фации, урочища. Дополнительными – подурочища и местности. Они определяют морфологическую структуру ландшафта.

*Физико-географическая фация* – самый простой природный комплекс, характеризующийся наибольшей однородностью природных условий. Для фации характерно:

- положение в пределах одного элемента или микроформы рельефа (склон, вершина холма и др.);
- одинаковый литологический состав почвообразующих пород и один тип почвы;
- одинаковый режим тепла и влаги;
- один биоценоз.

В условиях ненарушенной растительности границы фации хорошо отражает растительность, в этом случае фация совпадает с фитоценозом. Пример фации – пологий склон холма южной экспозиции с подзолистыми, супесчаными почвами под лиственнично-берёзовым лесом.

*Урочище* – морфологическая часть ландшафта, ПК, образованный сочетанием фаций или подурочищ. Обычно урочища соответствуют мезоформе рельефа и характеризуются определённым сочетанием почвообразующих пород, режима тепла и влаги, почвенно-растительного покрова (например, урочище холма, оврага и др.). Каждый ландшафт индивидуален, однако существуют похожие ландшафты, имеющие общие черты.

**3. Физико-географическое районирование.** *Физико-географическое районирование* (ФГР) – это выявление и картирование природных комплексов, обладающих внутренним единством и индивидуальными чертами. ФГР занимается вопросами, связанными с глубоким изучением причин дифференциации и обособления отдельных участков географической оболочки, изучением структуры и процессов на этих локальных участках, выявлением этих участков и их границ, изображением результатов работы на географической карте. Посредством физико-географического районирования устанавливается сходство и различие природных комплексов, выявляются общие географические закономерности.

Дифференциация природных комплексов происходит под влиянием зональных и азональных факторов, которые накладываются друг на друга. Единой системы таксономических единиц ФГР на сегодняшний день не существует. Районирование осуществляется по зональным или азональным признакам, иногда используется система единиц, где чередуются оба признака. По зональным признакам ГО делится на *географические пояса, зоны и подзоны*. Деление по этому признаку разработано А. А. Григорьевым.

*Географический пояс* (ГП) – широтно вытянутая полоса на земном шаре, выделяемая по радиационным условиям. Границы ГП совпадают с границами климатических поясов. По геолого-геоморфологическому строению они разнородны, а едины только в биоклиматическом отношении. На Земле выделяются географические пояса: *экваториальный, два субэкваториальных, два тропических, два субтропических, два умеренных, субарктический, субантарктический, антарктический и арктический*. Они опоясывают весь земной шар, проходя по материкам и океанам. С. В. Калесник выделял пять поясов – два холодных, два умеренных и один жаркий.

*Географическая зона* – это полоса, выделяемая по соотношению тепла и влаги, что приводит к общности биологических компонентов (биоценозов). Географические зоны в Мировом океане не выделяются, выделяют только на суше, среди них:

- *зоны арктических и антарктических пустынь*, расположенные в полярных районах Земли, получающие минимальное количество тепла, поэтому условия жизни в них крайне суровые; растений мало из-за недостатка тепла и неразвитого почвенного покрова; животный мир представлен в основном морскими птицами, немногими млекопитающими; пищевые цепи начинаются в океане, поэтому полярная фауна сконцентрирована в узкой прибрежной полосе;

- *зона тундры* расположена в северном полушарии на побережье Гренландии, Северной Америки и Евразии между океаном и тайгой в субарктическом поясе; характеризуется продолжительной суровой зимой и

коротким (несколько недель) летом; почва оттаивает летом только с поверхности, она пропитана водой и кислая от обилия перегноя; произрастают только неприхотливые мхи, лишайники, мелкие травы и кустарнички, кустарники; животный мир более разнообразный за счёт огромного количества комаров; летом в тундру прилетают разнообразные птицы, на пастбища откочёвывают из тайги стада северных оленей; зимой растения укрыты теплозащитным слоем снега; растения являются пищей для некоторых зимующих в тундре видов животных; под снегом находят убежище куропатки, полярные зайцы, многочисленные лемминги, а также и хищники;

- *зона лесотундры* – переходная зона от тундры к тайге, по берегам рек в типичный тундровый ландшафт вклиниваются небольшие участки хвойного криволесья, при продвижении на юг с увеличением количества тепла лесные участки становятся более обширными, сменяя тундровую флору и фауну на типичную таёжную;

- *зона лесов* – самая северная зона лесов представлена тайгой (хвойные леса), которая тянется широким поясом по северу Северной Америки и Евразии; представлена породами деревьев, которые более приспособлены к достаточно суровым климатическим условиям (хвойные породы); тайга переходит в зону смешанных и широколиственных лесов, в которых листопадные деревья зимой находятся в состоянии покоя, что помогает им перенести холодный период; широколиственные леса переходят в вечнозелёные леса (жестколистные средиземноморские и влажные), эти леса произрастают на побережьях материков в пределах субтропического климатического пояса, часть из них являются вечнозелёными;

- *зона степей* располагается в условиях умеренного пояса; при недостатке увлажнения в центральных районах материков образуются особые безлесные ландшафты, представленные злаковой растительностью: североамериканские прерии, евроазиатские степи, южноамериканские пампасы, новозеландские туссоки; животный мир степей достаточно разнообразен, доминируют грызуны и копытные;

- *зона полупустынь и пустынь* – территории, располагающиеся в тропическом, субтропическом и умеренном поясах, получающие в год менее 250 мм атмосферных осадков, это места не столько жаркие, сколько сухие; имеются на всех материках кроме Антарктиды; наиболее обширные территории пустыни занимают в Африке, Евразии (Азия), Австралии; характеризуются разрежённым растительным покровом или его отсутствием на больших площадях; часть животных ведут ночной образ жизни, проводя дневное время в состоянии сна, многие впадают в длительную (до 8 месяцев) спячку на период сильной засухи;

- *зона саванн* – территории, на которых в основном преобладает травянистая растительность, это царство травоядных, огромные стада копытных кочуют за сезонными дождями, вслед за ними устремляются и хищники; немногочисленные деревья, которые растут в этой зоне, могут запасать влагу (бутылочные деревья, баобабы и др.);

- *зона тропических дождевых лесов* – располагается в районе экватора в Центральной Африке, Южной Америке, Южной и Юго-Восточной Азии. Здесь самое высокое разнообразие животных и растений: на 1 га насчитывается до 100 пород деревьев и более 60 тыс. видов только насекомых и пауков. Погодные условия здесь всегда одинаковы: температура не ниже +24 °С, частые дожди, дающие в год около 2 000–3 000 мм осадков; характерна непрерывная вегетация растений. Чуть дальше от экватора дождевые леса сменяются муссонными лесами – с дождливым летом и сравнительно сухой зимой.

Зональность – историческая категория. Наиболее древние зоны расположены в пределах экваториального и тропического поясов, наиболее молодые – в умеренном, субполярном, полярном.

*Географическая подзона* – зональное подразделение внутри зоны, выделяемое по степени выраженности зональных признаков. Принимаются во внимание в основном особенности растительного покрова. Теоретически в каждой зоне, вытянутой в широтном направлении, можно выделить три подзоны; северную, центральную и южную (например, арктическая, типичная и южная тундра).

По азональному признаку в ФГР выделяются следующие таксономические единицы:

- *физико-географическая страна;*
- *физико-географическая область;*
- *физико-географический район.*

*Физико-географическая страна* – часть территории материка, сформировавшаяся на основе крупной тектонической структуры и характеризующаяся единством орографических условий, климата и своей структурой горизонтальных зон и высотных поясов. Следовательно, основными критериями при выделении физико-географической страны являются:

- приуроченность к определённой крупной тектонической структуре (плита, щит);
- преобладающая тенденция новейших тектонических движений;
- единая история развития в новейшее время;
- единство макрорельефа (обширные низменные равнины, плоскогорья);
- единство макроклимата;
- своеобразное проявление горизонтальной зональности и высотной поясности.

Примеры физико-географических стран: Восточно-Европейская равнина, Западно-Сибирская низменность, Урал и др.

*Физико-географическая область* – часть физико-географической страны, обособившаяся главным образом в новейшее время под влиянием тектонических движений, морских трансгрессий, оледенений или деятельности талых ледниковых вод, с однотипной морфоскульптурой, одним типом климата и проявлением зональности или высотной поясности. Пример физико-географической области – Северный Урал (в составе Урала).

*Физико-географический район* – часть физико-географической области, однородная по зональным или азональным признакам. Представляет собой генетически единую территорию, характеризующуюся специфической морфологической структурой.

Система таксономических единиц может быть образована чередующимися зональными и азональными комплексами. Например: материк – пояс – страна – зона – область – подзона – район. Здесь зональными единицами являются пояс, зона, подзона, остальные – азональные. По мнению Ф. Н. Милькова, этот подход является единственно правильным, т. к. в природе существуют комплексы, несущие на себе в равной мере зональные и азональные признаки. По мнению А. Г. Исаченко, при такой системе единиц нарушается реальное соотношение, соподчинённость единиц районирования. Например, зона располагается ниже страны, следовательно, должна являться частью страны.

При районировании иногда используется двухрядная система единиц: в одном ряду зональные, в другом – азональные единицы. Начиная с района, они объединяются в один ряд. Например, зональные единицы: пояс – зона – подзона – район. Азональные единицы: материк – субконтинент – страна – область – район. На картах зональные единицы выделяются красочным фоном, азональные – линиями разного цвета и толщины. Эта система единиц предложена А. М. Рябчиковым, Д. Л. Армандом, А. Г. Исаченко и др. По мнению А. Г. Исаченко, физико-графическое районирование должно вестись по двум рядам – зональному и азональному. Такое деление соответствует основным закономерностям географической оболочки – зональности и азональности. Высокие единицы районирования (географический пояс или материк) не могут считаться однородными сразу и в зональном, и в азональном отношении. На низких единицах районирования наблюдается однородность двух признаков.

Кроме ФГР в географии существует вид систематики природных комплексов – типологическая классификация. Систему таксономических единиц типологических комплексов разработал Ф. Н. Мильков. В соответствии с разработанной классификацией он выделял классы природных комплексов (ландшафтов), роды и виды. *Класс* ландшафтов – сово-

купность различных ландшафтов, сходных по интенсивности и направленности взаимного обмена веществом и энергией (например, горные, предгорные, межгорно-котловинные и равнинные классы). Все ландшафты суши (материков и островов) объединяются в *отдел* ландшафтов. *Тип* ландшафта – взаимосвязанная система ландшафтных комплексов, сходных по своей морфологии и протекающим физико-географическим процессам, которые характеризуются определённым соотношением тепла и влаги. Тундровый, таёжный, степной, пустынный ландшафты – примеры типов ландшафтов.

Ландшафты необходимо картировать, это имеет как научное, так и практическое значение. Результатами картирования пользуются в сельском хозяйстве, в строительстве, при создании охраняемых территорий. Оно является также основой для долгосрочного географического прогноза.

**4. Глобальные изменения в географической оболочке.** Появление на Земле человека и постепенное превращение его, по мнению академика Вернадского, в мощную «геологическую силу» нарушили сложившиеся в природе равновесия и упорядоченности, что привело к изменению тенденций естественного развития. В начале XXI в. численность населения Земли превысила 6 млрд человек, и воздействие человека на природу достигло планетарных масштабов. Главными формами этого воздействия являются:

- выбросы загрязняющих веществ;
- вырубка лесов;
- распашка и мелиорация земель;
- вовлечение в технологические процессы больших масс пресной воды;
- изменение естественных ландшафтов и превращение их в природно-антропогенные и антропогенные;
- усиление демографической и социальной нагрузки;
- расширение специфических форм экономического прессинга и др.

Все эти воздействия, часто осуществляемые на локальной территории, вызывают негативные цепные реакции, охватывающие очень большие пространства. В итоге это начинает угрожать всей ГО, поскольку она целостна и континуальна.

Вмешательство человека во многих случаях приводит в движение неравновесные процессы, которые самопроизвольно усиливают начальный импульс (например, эффект прогрессирующего потепления, загрязнение живых организмов пестицидами, обладающими мутагенным действием). В такой ситуации изучение и прогноз глобальных изменений возможны на основе имитационного моделирования и анализа тех последствий, которые обнаружили себя за последние десятилетия. В то

же время, некоторые явления (нарушение газового баланса и связанные с ним изменения парникового эффекта, сведение лесов, опустынивание) имели место и в прошлом, хотя были вызваны другими причинами.

Происходящие глобальные изменения в ГО, вызванные *естественными* (внутренними и внешними) и *искусственными* (антропогенными) факторами. Не сразу становятся заметными в ней в целом, но отражаются на её отдельных частях. Наиболее чутко и быстро реагирует на негативные изменения воздушная среда, медленнее – водная, ещё медленнее – каменная оболочка. Частные изменения в атмосфере благодаря её значительной подвижности довольно быстро становятся всеобщими и лежат в основе практически всех глобальных изменений окружающей среды, поскольку состояние атмосферы определяет функционирование других биосфер – гидросферы, литосферы, биосферы.

Глобальные изменения ГО существенно трансформируют её параметры и функциональные свойства, вызывая кардинальную перестройку её структуры, что ведёт к смене тенденций развития. *Глобальные изменения в ГО в настоящее время рассматриваются как результат естественных тенденций эволюции планеты и антропогенных воздействий.* Их классифицируют как возникшие:

- под воздействием внутренних преобразований, обычно в пределах частной сферы и без принципиальной перестройки реальной системы;
- под воздействием внутренних и внешних факторов, когда трансформируются отдельные геосферы и их взаимоотношения в пределах ГО, которая существенно изменяется, а это приводит к перестройке системы и появлению новых качеств.

Первые изменения обычны для естественно развивающихся систем, вторые свойственны эволюционирующей глобальной системе, в которой в последние столетия стали возникать антропогенные новообразования, заметно изменившие её облик.

*Антропогенные изменения природной среды.* Человек как биосоциальный феномен имеет богатую историю отношений с окружающей природной средой. На ранних стадиях своего развития человек являлся составной частью биоценоза и во взаимоотношениях с природой не отличался от животных. С переходом от пассивного (собирательство, охота, рыболовство) к активному типу хозяйства (земледелие, скотоводство, лесоводство и др.) воздействие человека на природу стало сказываться сначала на локальных территориях, а затем на обширных регионах. К началу XXI в. произошли существенные изменения в *масштабах освоения и способах использования* территории Земли. Относительно слабозаселёнными остаются пока полярные и высокогорные территории, экстрааридные пустыни, тундра и переувлажнённые экваториальные леса, а 40–50 % территории суши заняты землями промышленного и городско-

го назначения, дорогами, сельскохозяйственными полями, лугами, пастбищами. Увеличиваются масштабы опустынивания. Пустыни и опустыненные пространства захватывают площади, ранее занятые степями и саваннами, которые в свою очередь наступают на леса. Особенно ярко это выражено на севере Африки. Идёт интенсивная вырубка экваториальных лесов в Южной Америке, Африке, Азии. Уже к середине XX в. *воздействие человека на природную среду достигло планетарных масштабов* – почти все ландшафты Земли в той или иной мере подверглись антропогенному воздействию. Несмотря на то, что 70 % населения мира и производственных мощностей сосредоточены на 12 % площади Ойкумены, производственные выбросы распространяются по всему земному шару (трансграничный перенос).

Одним из основных источников антропогенного изменения ГО является *нефтяное загрязнение океана*. Примерно половина всей нефти, добываемой в мире, перевозится танкерами. Наибольшее нефтяное загрязнение Мирового океана отмечено на путях их следования, в прибрежных зонах океанов и морей. Около 40 % нефти попадает в Мировой океан с суши. Попавшая на поверхность воды нефть через несколько часов образует плёнку толщиной в тысячные доли миллиметра. Лёгкие фракции испаряются, но затем возвращаются в океан с дождевыми каплями. Нефтепродукты губительны для всех морских организмов, включая фитоценозы. Однако нефтепродукты влияют не только на биоту океана. Нефтяная плёнка уменьшает поглощение тепла слоем воды, в результате чего происходит более быстрое и значительное прогревание нижних слоёв атмосферы и изменение тепло-и влагообмена между океаном и атмосферой.

В связи с *исчерпанием* многих видов *минерального сырья* возникают проблемы обеспечения минеральными и энергетическими ресурсами. Сооружение более мощных ГЭС приводит к изъятию из оборота больших площадей земли, а строительство новых АЭС вызывает широкий общественный резонанс ввиду возможных губительных катастрофических последствий, прежде всего, для здоровья человека. В последние десятилетия стала актуальной проблема *разрушения озонового слоя*. Согласно наблюдениям, содержание озона в атмосфере в конце XX в. уменьшилось, достигнув над некоторыми районами (особенно в Арктике и Антарктике) минимальных концентраций, известных как «озоновые дыры». Исчезновение или существенное истончение озонового слоя, не пропускающего к земной поверхности жёсткое ультрафиолетовое излучение, угрожает гибелью всему живому. Однозначного объяснения этому явлению пока нет. Некоторые учёные полагают, что это лишь одна из стадий естественных природных колебаний, другие не исключают техногенного происхожде-



ния «озоновых дыр», поскольку установлено, что озон разрушается фреонами, поэтому на международном уровне принято решение об ограничении их использования.

Выявлена сложная зависимость *парникового эффекта* от количества и состояния отдельных газов и их совместных реакций. Эти данные свидетельствуют в пользу естественных причин изменений концентраций химических соединений, при этом негативные результаты хозяйственной деятельности человека также не отрицаются (например, метан почти в десятки раз активнее участвует в парниковом эффекте, чем углекислый газ). Поступление его в ГО возрастает при таянии мёрзлых болот, прогреве морских толщ, расширенном животноводстве и др.

В ряде районов земного шара антропогенные воздействия привели к кризисным и даже катастрофическим состояниям среды (например, в зоне воздействия Чернобыльской аварии). Чернобыльская авария, происшедшая в 1986 г. – крупнейшая экологическая катастрофа за историческое время. Выброс радиоактивных изотопов (цезия, стронция и др.) в 600 раз превысил их количество при бомбардировке Хиросимы в 1945 г. Радионуклиды, распространяясь от зоны аварии, охватили значительные площади (водами Днепра были перенесены в Чёрное море и т. д.). В непосредственной близости от АЭС произошли заметные изменения: уже к началу 1990 г. площадь погибших лесов составила 600 га, а на территории около 15 тыс. га в настоящее время наблюдаются поражения хвои, молодых побегов, угнетение роста и др. Вместе с тем в «зоне отчуждения» в радиусе 30 км от места аварии продолжают жить люди, произрастают употребляемые в пищу растения, пасётся скот. Не вызывает сомнения антропогенное участие в иссушении Приаралья, Северного Прикаспия и Северной Африки, в сильнейших обводнениях территорий Северного Кавказа, Приморья, Южной Якутии, Восточного Китая. Кризис в Приаралье имеет другую природу. Он был активизирован антропогенными воздействиями не в самом регионе, а в бассейнах рек Амударья и Сырдарья, питающих Арал. Резкое увеличение забора воды из этих рек для орошения привело к уменьшению их расхода в устьевых частях. К концу XX в. Аральское море обмелело более чем на 13 м (при средней глубине 20 м), площадь его зеркала сократилась более чем на одну треть. Нарушение тепло-, влагообмена и солевого баланса в море привело к гибели большинства организмов. На осушенной площади возникла солончак-овая пустыня.

Развитие человеческого общества и расширение его потребностей и возможностей ведут к искусственной перестройке природных комплексов разных масштабов и формированию культурных ландшафтов, которые воздействуют на функционирование ГО, нарушая естественный ход. Среди таких воздействий наиболее очевидны следующие:

- создание водохранилищ и оросительных систем, которые способствуют изменению альбедо поверхности, режима теплообмена и влагообмена, а это, в свою очередь, влияет на температуру воздуха и облачность;
- перевод земель в сельскохозяйственные угодья или уничтожение растительности (массовые вырубки лесов) изменяют альбедо и тепловой режим, нарушают круговорот веществ из-за сокращения поверхностей для фотосинтеза; наиболее значительным по масштабам воздействия явилось массовое освоение целинных и залежных земель, когда многие миллионы гектаров зелёных пастбищ и залежей были распаханы и засеяны. В результате произошло увеличение поглощающей способности земной поверхности; нарушение её шероховатости и целостности почвенно-растительного покрова изменило радиационный баланс, вызвало трансформацию воздушных масс, усиление ветров, следствием стали пыльные бури и уменьшение прозрачности атмосферы; общий итог – перевод устойчивых продуктивных ландшафтов в неустойчивые, что привело к усилению процессов опустынивания;
- перераспределение поверхностного стока в связи с его зарегулированием, созданием водохранилищ приводит к заболачиванию территорий. При этом изменяется альбедо подстилающей поверхности, увеличивается увлажнение, учащаются туманы, облачность и проницаемость воздуха, нарушая естественный теплообмен между земной поверхностью и атмосферой;
- создание гидроэнергетических сооружений на реках, образование каскадов ГЭС изменяют годовой режим рек, нарушают ледовую обстановку, распределение речных наносов и в целом трансформируют систему «река – атмосфера». Незамерзающие водоёмы, на которых постоянны туманы и испарения с водной поверхности (даже в зимнее время) влияют на годовой и сезонный ход температур, циркуляцию водных масс, изменяя погодные условия и среду обитания живых организмов. Влияние ГЭС на крупных реках (Енисее, Ангаре, Колыме, Волге и др.) ощущается на большом расстоянии вниз по течению (десятки километров), а общие изменения климатической обстановки охватывают сотни квадратных километров территории;
- мелиоративные работы, которые сопровождаются осушением больших пространств, нарушают существующий режим теплообмена и влагообмена; переосушение заболоченных земель ряда регионов повлекло за собой гибель естественного растительного покрова и возникновение процессов дефляции (выдувания). Эти процессы даже на территориях достаточного увлажнения сформировали сыпучие пески, как следствие – усиление запылённости атмосферы, изменение ветрового режима;
- различные загрязнения, поступающие в огромных количествах во все природные среды, изменяют вещественный состав воздуха, воды,

почвенного покрова и др. Эти изменения способствуют трансформации природных процессов и взаимодействий с окружающей средой и другими природными факторами.

Таким образом, изменение энергетики ГО или её частей обуславливает перестройку внутренней структуры и процессов функционирования геосистем. Антропогенные воздействия на ГО обуславливают изменение состава и состояния окружающей среды, нарушают количественный и качественный состав живого вещества, вызывая мутации, видоизменяют сложившиеся системы энерго-, массо- и влагообмена. Однако имеющиеся в настоящее время фактические данные свидетельствуют о том, что хотя антропогенные изменения существенно отражаются на ГО и её компонентах, всё же относительная уравновешенность её существования и устойчивость развития в основном обеспечиваются естественными причинами, масштаб которых превосходит антропогенное воздействие. Однако это не значит, что ГО сама постоянно сможет преодолевать возрастающий антропогенный пресс. Вмешательства в природу человека должны быть регламентированы с точки зрения целесообразности их проявлений – с пользой для человечества и без существенного вреда для природной среды.

### *Контрольные вопросы и задания*

1. Раскройте содержание понятия «природный комплекс».
2. Что представляют собой природно-территориальные (ПТК) и природно-аквальные (ПАК) комплексы?
3. Почему природные комплексы являются пространственно-временными системами?
4. Раскройте содержание понятия «ландшафт». Какова его морфологическая структура?
5. Понятие о физико-географическом районировании (ФГР). Что входит в системы таксономических единиц ФГР разных авторов?
6. Что представляют собой географический пояс и географическая зона суши? Какие зоны выделяют на суше?\*
7. Раскройте содержание понятия «физико-географическая страна». Какие выделяют части стран? Каковы критерии выделения?\*
8. Что подразумевают под двухрядной системой единиц районирования?
9. Какие глобальные изменения, являющиеся результатом естественных тенденций эволюции планеты, происходят в ГО?\*
10. Какие глобальные изменения, являющиеся результатом антропогенных воздействий, происходят в ГО?\*

## Глава 3

### Территориальные социально-экономические системы

#### 3.1. Территориальные социально-экономические системы, их виды и свойства

*1. Понятие территориальной социально-экономической системы, её виды.* Любая система представляет собой единство многообразных элементов, совокупность объектов и процессов, объединённых общим качеством, которое определяет положение элементов системы относительно друг друга. Все элементы системы тесно связаны, связи обеспечивают возможность объединения элементов в единое целое.

*Территориальная социально-экономическая система (ТСЭС)* – это целостная совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих социальных и экономических субъектов и отношений по поводу распределения и потребления материальных и нематериальных ресурсов, производства, распределения, обмена и потребления товаров и услуг, которая характеризуется системными качествами. Под территориальной социально-экономической системой понимают также совокупность социально-экономических объектов, характеризующихся определённым набором связей между ними и частями, функционирующих как единое целое и подчинённых единой цели. ТСЭС отличаются полиструктурностью и многофункциональностью, множественностью их взаимодействия, значимостью и закономерностями функционирования.

Существование и развитие территориальных социально-экономических систем происходит в экономическом пространстве и времени, измеряемых системой технико-экономических параметров и системой производственных отношений. Основу системы технико-экономических параметров составляет полезная деятельность, включающая в себя содержание и общественную форму, материальные факторы (средства производства), способы общественного разделения труда. ТСЭС – сложные, относительно самостоятельные, незамкнутые системы, территориально очерченные и функционирующие под воздействием общественного (территориального) разделения труда, внутренних и внешних связей, культурных и исторических условий.

В качестве основных видов *территориальных социально-экономических систем* выступают:

- мировое хозяйство;
- национальная экономика в целом;
- отраслевые социально-экономические системы;
- региональные социально-экономические системы;
- различные типы предприятий;
- промышленные города.

Территориальные социально-экономические системы различают по составу и охвату территории. По *составу* различают:

- производственно-территориальные, к ним относят территориально промышленные, транспортные и др.;
- непроизводственно-территориальные – это системы торговли, финансовые и др.;
- территориальные системы населения и расселения, куда можно отнести демографические, этнические, расселенческие системы;
- политико-территориальные, т. е. межгосударственные и внутригосударственные;
- природно-ресурсные системы;
- Территориально-рекреационные системы.

По *охвату пространства* различают:

- мегасистемы, они включают всю поверхность Земли;
- макросистемы, включающие материки и их части;
- мезосистемы, включающие страны и их части;
- микросистемы (локальные территории).

Важным элементом управления ТСЭС является *прогнозирование*, которое представляет собой вид деятельности, направленный на предвидение будущего состояния любой территориальной социально-экономической системы. Прогнозирование непосредственно связано с разработкой стратегии развития социально-экономических систем на основе анализа их оценки различных альтернативных вариантов их развития. Каждая система локализована в определённом экономическом времени и пространстве. Она имеет исторические, географические, этнические, духовные и др. границы.

**2. Свойства территориальных социально-экономических систем.** Основными свойствами территориальных социально-экономических систем являются:

- *Целостность*, которая означает, что изменение любого компонента системы влияет на её другие компоненты и приводит к изменению системы в целом. Такое явление прослеживается, например, в случае взаимодействия производительных сил и производственных отношений,

когда при смене средств производства изменяются производственные отношения, а затем и вся система в целом, т. е. наблюдается взаимозависимость компонентов социально-экономической системы.

- *Иерархичность* означает, что каждая система может быть рассмотрена как элемент более высокого порядка (например, экономика России может рассматриваться как элемент мировой экономики). Уровневая иерархия ТСЭС показывает относительную самостоятельность каждой системы на всех уровнях, что определяется тем, что каждая система нижнего уровня подчинена системе более высокого уровня и в случаях необходимости система более высокого уровня может манипулировать (ликвидировать, улучшить, изменить) системами более низкого уровня. Иерархия ТСЭС позволяет создавать новые, а в отдельных случаях и объединять системы разного уровня. Учитывая то обстоятельство, что любая ТСЭС более низкого уровня иерархии является составляющей ТСЭС более высокого её уровня, то наиболее общие признаки, критерии, функции и структура этой системы одновременно являются признаками, критериями, функциями и структурой для ТСЭС более высокого уровня иерархии.

- *Интегративность* предполагает, что система в целом обладает свойствами, отсутствующими у её элементов, в то же время элементы могут обладать свойствами, которые не характерны для системы в целом.

Устойчивое состояние территориальной социально-экономической системы достигается посредством равновесия, обеспечиваемого через действия всей совокупности правил, норм и других институтов, созданных людьми. Условия устойчивого состояния и развития ТСЭС вызывают необходимость переоценки положения каждого региона в системе экономического пространства. Как и любая физическая система, территориальная социально-экономическая система обладает определённой инерционностью. По сравнению с физическими системами сложность ТСЭС значительно выше, что предполагает при описании их функционирования большую группу показателей и параметров. Инерционность присуща и предприятиям, и отраслям, и регионам, и государствам, и мировой экономике в целом. При этом на различных уровнях иерархической системы управления и организации воспроизводственных процессов инерционности присуща своя специфика, но, в то же время, на каждом более высоком уровне иерархической структуры инерционность носит более сложный характер.

Для территориальных социально-экономических систем наиболее общими признаками являются очерченность крупного территориального образования и наличие на данной территории полного цикла воспроизводства. Очерченность крупного территориального образования позволяет рассматривать его как достаточно устойчивую, сбалансированную и социально ориентированную саморазвивающуюся систему. Воспроиз-

водство основных факторов достигается посредством сохранения и наращивания социального, экономического, ресурсного и экологического потенциалов данной территории. Чётко установленные границы ТСЭС обеспечивают им определённое единство и сравнимость.

**3. Территориальные комплексы.** *Территориальные комплексы* представляют собой сочетания разнородных элементов на определённой территории, скреплённых разнообразными экономическими связями (например, хозяйственные комплексы стран и их экономических районов). Примерами могут служить и такие отраслевые комплексы, как металлургический, агропромышленный, транспортный, строительный и др. Наиболее организованный территориальный комплекс – это *территориально-производственный комплекс (ТПК)*, представляющий собой взаимообусловленное сочетание предприятий разных отраслей материального производства и непромышленной сферы на определённой территории в соответствии с особенностями её природных, экономических и социальных условий, экономико-географического положения и инфраструктуры. Материально-техническую основу ТПК, их структурные компоненты образуют *энергопроизводственные циклы (ЭПЦ)*. Каждый цикл, по Н. Н. Колосовскому, представляет собой «совокупность производственных процессов, последовательно развёртывающихся в экономическом районе... на основе сочетания данного вида энергии и сырья от первичных форм – добычи и облагораживания сырья до получения всех видов готовой продукции, которые можно производить на месте, исходя из приближения производства к источникам сырья и энергии и рационального использования всех компонентов сырьевых и энергетических ресурсов».

Поскольку в последнее время возрастает роль социальной сферы в составе ТПК, то ТПК преобразуются в *территориально-общественные комплексы*.

*Территориальные структуры* отражают взаиморасположение и способ сочленения территориальных систем и комплексов. При этом различают частные территориальные структуры (например, территориальная структура расселения населения страны) и интегральные системы (система экономических районов).

*Пространственные процессы* представляют собой любые относительно устойчивые социально-экономические изменения на земной поверхности, характеризующиеся горизонтальным направлением развития (например, процесс размещения производства, процессы миграции).

*Пространственная морфология* – это исследование формы и конфигурации отдельных объектов, систем и комплексов.

Таким образом, территориальные социально-экономические системы, как и любые системы, представляет собой единство многообразных элементов, они отличаются полиструктурностью, многофункционально-

стью, относительной самостоятельностью, незамкнутостью, территориальной очерченностью и функционируют под воздействием общественного (территориального) разделения труда, внутренних и внешних связей, культурных и исторических условий. Важным элементом управления ТСЭС является прогнозирование. Их основные свойства: целостность, иерархичность, интегративность. Наиболее организованные территориальные комплексы представлены территориально-производственными комплексами, материально-техническую основу и структурные компоненты которых энергопроизводственные циклы.

### ***Контрольные вопросы и задания***

1. Раскройте содержание понятия «территориальная социально-экономическая система». Определите её основные черты.
2. Перечислите виды ТСЭС.
3. Какие виды ТСЭС различают по составу и охвату территории?
4. Дайте определение понятию «прогнозирование» как элементу управления ТСЭС.
5. Какими свойствами обладают ТСЭС?
6. Посредством чего достигается устойчивое состояние ТСЭС?
7. Поясните суть такого признака ТСЭС, как «очерченность».\*
8. Раскройте содержание понятий «территориальный комплекс», «территориально-производственный комплекс», «территориально-общественный комплекс». В чём сходство и различие данных понятий?\*

## **3.2. Современное мировое хозяйство как территориальная социально-экономическая система**

*Мировое хозяйство* – исторически сложившаяся система национальных хозяйств, которые связаны между собой и взаимодействуют в соответствии с законами международного разделения труда. Взаимодействие национальных хозяйств происходит на основе различных производственных, экономических и политических отношений. Они реализуются через внешнюю торговлю, оказание услуг, обмен информацией, достижения культуры и через миграцию рабочей силы.

**1. Территориальная и социально-экономическая структура мирового хозяйства.** Мировое хозяйство (МХ) сформировалось в конце XIX – начале XX вв. в результате развития крупной промышленной индустрии, транспорта и мирового рынка.

Мировое хозяйство – это территориальная социально-экономическая и историческая система, которую характеризуют следующие черты:

- *целостность*, т. е. устойчивое взаимодействие всех составных частей системы;



- *наличие общей цели*, поскольку функционирование МХ направлено, прежде всего, на удовлетворение потребностей общества;
- *множественность составляющих элементов*, отношения между которыми составляют уровни, а между государствами – международный уровень, который регулируется международными правилами и нормами;
- *структурность* (территориальная, отраслевая и социально-экономическая структура МХ);
- *иерархичность*: МХ не может развиваться без определённого порядка. Экономические отношения между государствами, экономическими объединениями регулируются нормами международного права;
- *неравномерность развития* в целом и в отдельных секторах, поскольку МХ характеризуется неравномерным распределением материальных благ и ресурсов вследствие значительной концентрации производства в некоторых регионах;
- *динамическое равновесие МХ* как общественно-экономической системы, которое выражается экономической эффективностью, измеряемой величиной валового национального продукта.

*Территориальная структура мирового хозяйства* – это совокупность территориальных элементов, находящихся в сложном взаимодействии друг с другом. Такими элементами являются крупные городские агломерации, промышленные районы, рекреационные зоны, транспортные магистрали. Они определяют географический рисунок расселения населения и его хозяйственной деятельности. Территория экономически развитых стран насыщена этими элементами, которые образуют опорный каркас всей территориальной структуры этих стран, где сложилась система экономических районов четырёх типов:

- *высокоразвитые районы*, отличающиеся динамическим развитием. В этих районах находятся штаб-квартиры крупнейших фирм, происходит «принятие решений» (например, штат Калифорния в США);
- *старопромышленные районы*, которые возникли ещё в эпоху промышленных переворотов. Для них характерны старые отрасли промышленности (каменноугольная, железорудная, текстильная и др.), т. е. обычные производства преобладают над наукоёмкими. Больше всего таких районов в Западной Европе;
- *аграрные районы*, слабо затронутые индустриализацией;
- *районы нового освоения*, зачастую характеризующиеся труднодоступностью из-за экстремальных природных условий, но богатые разнообразными природными ресурсами. На сегодняшний день достижения НТР в области техники и технологий сделали возможным освоение таких районов (север Канады, Аляска, центральная, северная и западная части Австралии, Сибирь и Дальний Восток в России).

В развивающихся странах географический рисунок расселения и хозяйства другой. Основные черты территориальной структуры хозяйства стран Азии, Африки и Латинской Америки сложились ещё в период их колониальной или полуколониальной зависимости. Для этих стран характерна низкая степень насыщенности промышленными и сельскохозяйственными районами, транспортными магистралями, часто преобладает очаговое использование территории. Вместе с тем концентрация населения и производства в этих странах значительно выше, чем в экономически развитых. Обычно роль главного центра в них выполняет столица, которая может подавлять рост других городов. Например, в Буэнос-Айресе (Аргентина) сконцентрирована треть населения страны и половина её промышленного производства. Иногда роль экономической столицы страны может играть и нестоличный город (например, Бомбей и Калькутта в Индии, Мельбурн и Сидней в Австралии и др.). Роль вспомогательных центров могут выполнять районы экспортной специализации (горнодобывающей промышленности, плантационного хозяйства и др.). Обширные внутренние территории многих развивающихся стран используются для традиционного потребительского сельского хозяйства.

Если рассмотреть карту мира, можно заметить определённую особенность в размещении стран, имеющих разные показатели экономического развития, которые образуют несколько территориально близко расположенных групп. Это одна из важных закономерностей географии современного МХ, согласно которой формируется полицентрическая система его территориальной структуры.

Один из мощных центров мирового хозяйства сложился в Северной Америке. Ядром его является экономика США, с которой тесно связана экономика Канады и Мексики. На долю этих стран приходится 7 % населения мира, 22–23 % национального продукта и производства промышленной продукции, 12–13 % сельскохозяйственной продукции МХ. Важнейшие особенности хозяйства этих государств: богатый рынок сбыта товаров; могущество американских банков, концернов, которые контролируют не только национальное богатство своей страны, но и превращаются в транснациональные корпорации (ТНК); высокий технический уровень промышленности и научного потенциала США и Канады; мощный военно-промышленный комплекс США.

Не менее мощный центр мирового хозяйства сформировался в Западной Европе, страны которой имеют однородные социально-экономические системы. Вследствие общности ряда политических и экономических интересов в регионе произошёл процесс *экономической интеграции*. Здесь сформировалось Европейское экономическое общество, которое впоследствии трансформировалось в Европейское сообщество (ЕС). Это экономическая группировка, рынок которой сравним с рынком США. Для

региона характерно усиление межнациональных связей крупных монополий, рост зависимости и соподчинения хозяйств соседних стран. Доля ЕС составляет около 1/5 производства национального продукта, промышленной и сельскохозяйственной продукции мира, более 2/5 его золотовалютных ресурсов. Успехи консолидации западноевропейского центра особенно заметны в области внешней торговли – на страны ЕС приходится более 2/5 внешнеторгового оборота мира. ЕС стал тем интеграционным ядром, вокруг которого происходят процессы экономической и политической интеграции всей Европы.

Весьма динамичные процессы экономического развития происходят в настоящее время в Азиатско-Тихоокеанском регионе (АТР). Япония, Китай и группа стран и территорий «азиатских тигров» формируют его интеграционное ядро. На долю региона приходится более 1/5 мирового экономического потенциала. В регионе сформировалось интеграционное образование АСЕАН (Ассоциация стран Юго-Восточной Азии). Всё более прочные позиции в АТР занимает Китай. Его экономический потенциал можно уже сравнивать с показателями наиболее мощных в экономическом отношении стран мира. В Китае производится 6 % мирового валового внутреннего продукта (ВВП), сосредоточены огромные запасы минерального сырья и значительные трудовые ресурсы, поэтому страна может рассматриваться и как самостоятельный центр МХ.

Под влиянием современных геополитических процессов в мире существуют предпосылки формирования и других региональных систем экономического взаимодействия. К ним можно отнести связанные между собой регионы Средиземноморья и Причерноморья и регион Среднего Востока и Центральной Азии.

Формируются полюса экономического роста и в Южном полушарии. Основным полюсом интеграционных процессов в Южной Америке являются Бразилия, Аргентина, Уругвай. В юго-западной части Тихого океана основной полюс экономического развития – Австралия и Новая Зеландия.

Таким образом, современное мировое сообщество, находясь в состоянии глобализации, одновременно создаёт определённые системы интеграционных группировок, влияющих на формирование структуры МХ.

*Социально-экономическая структура мирового хозяйства* включает: развитые страны рыночной экономики, развивающиеся страны, страны с переходной экономикой. Основой дифференциации являются: уровень экономического развития, социальная структура экономики, характер внешнеэкономических связей, величина экономического потенциала и др.

В группу развитых стран рыночной экономики входят промышленно развитые государства с наивысшим материальным уровнем жизни, хотя в их составе могут присутствовать районы, характеризующиеся крайней

нището́й. В сфере производства этой группы стран значительную долю занимает сфера услуг наукоёмкого и/или сложного характера. Они являются центрами научных исследований и практически не прибегают к иностранной финансовой помощи, имеют высокий уровень производительности труда. Внутри группы выделяют крупнейшие промышленно развитые страны, имеющие наибольший объём ВВП в мире (Германия, Италия, Канада, Великобритания, США, Франция, Япония), и прочие развитые страны.

К странам с переходной экономикой относятся государства, экономика которых находится на стадии перехода от командно-административной системы к рыночной (транзитивная экономика). Реформы, проводимые в этих странах с середины 80-х гг. XX в., привели к тяжёлым экономическим потрясениям, значительному сокращению объёма производства и ухудшению социально-экономических условий. По уровню развития национального хозяйства может быть выделено несколько групп:

- страны Центральной и Восточной Европы (ЦВЕ): Болгария, Венгрия, Албания, Польша, Румыния, Чехия, Словакия, Словения и государства бывшей Югославии;

- бывшие республики, входившие ранее в СССР и образовавшие Содружество независимых государств (СНГ);

- прибалтийские страны (Латвия, Литва, Эстония).

Остальные страны мира отнесены к группе развивающихся стран и подразделяются по нескольким классификационным признакам:

- по географическому положению различаются развивающиеся страны Африки, Латинской Америки и Карибского бассейна, Азии и Тихого океана (включая тихоокеанские острова);

- по уровню экономического развития выделяют:

*страны-экспортёры топлива*, в которых внутреннее производство первичного коммерческого топлива (нефть, природный газ, уголь и др.) превышает внутреннее потребление: Алжир, Бахрейн, Боливия, Венесуэла, Ирак, Иран, Катар, Кувейт др. Эти страны не входят в группу наименее развитых стран;

*страны-импортёры топлива* – развивающиеся страны, не вошедшие в группы стран-экспортёров топлива и наименее развитых стран;

*страны-экспортёры промышленных товаров* (Гонконг, Корея, Сингапур, Таиланд, Индия, Аргентина и др.). Это новые индустриальные страны (НИС);

*наименее развитые страны (НРС)* – около 50 государств с показателями ВВП на душу населения ниже предельных.

Развивающиеся страны классифицируют также по уровню финансовой стабильности, выделяя *страны-дебиторы* (страны Африки к югу от Сахары); *страны – кредиторы* (Кувейт, Объединённые Арабские Эмираты, Оман, Сингапур и др.).

МХ и национальные экономики периодически испытывают кризисы, периоды стагнации. Между отдельными субъектами и сферами возникают противоречия и конфликты.

**2. Типы хозяйственной структуры мирового хозяйства.** Человечество в своём развитии проходит три стадии – доиндустриальную, индустриальную и постиндустриальную. Каждой из них соответствует свой тип хозяйственной структуры. *Аграрная структура* МХ преобладает только в наименее развитых странах. Например, в структуре ВВП Сомали, Танзании, Лаоса, Непала на долю сельского хозяйства приходится около 50 %, а доля экономически активного населения, занятого в этой отрасли, составляет 80–90 %. *Индустриальная структура* МХ до середины XX в. преобладала во всех экономически развитых странах. Постепенно значение промышленности стало уменьшаться. В мире уже не осталось стран, в которых эта отрасль обеспечивала бы более 50 % ВВП. Наиболее компактную группу стран с чётко выраженной индустриальной структурой образуют некоторые страны СНГ, страны Восточной Европы и Балтии, Китай, т. е. страны с переходной экономикой. Тем не менее, в этих странах и в отдельных нефтедобывающих странах Азии, Африки и Латинской Америки доля промышленности постепенно снижается, как и доля сельского хозяйства, уступая место непроеизводственной сфере. *Постиндустриальная структура* МХ начала формироваться с переходом к этапу НТР. Она характеризуется рядом признаков:

- *в сфере экономики* – переходом от производства товаров к производству услуг;
- *в сфере занятости* – преобладанием работников умственного труда;
- *в сфере науки* – рациональным сочетанием фундаментальных и прикладных исследований, обеспечивающих развитие наукоёмких производств;
- *в сфере экологии* – установлением надёжного контроля за вмешательством человека в окружающую среду.

Ещё более высокую долю сферы услуг в структуре ВВП имеют небольшие страны, живущие за счёт туризма, разных видов финансовой деятельности и предоставления других услуг. Например, в Монако, Люксембурге, на Багамских, Мальдивских, Малых Антильских островах доля сферы услуг в структуре ВВП превышает 80 %.

**3. Факторы размещения мирового хозяйства.** Все факторы размещения МХ подразделяются на старые и новые. *К старым факторам размещения* относятся фактор территории, экономико-географического положения (ЭГП), природно-ресурсный, транспортный, трудовой и территориальной концентрации.

*Фактор территории.* Как правило, чем больше размеры территории, тем богаче и разнообразнее природные ресурсы, тем больше возникает различных вариантов для размещения населения и производства (Россия, Канада, Бразилия, Австралия, Китай и др.).

*Фактор ЭГП.* Н. Н. Баранским выделено четыре его главных разновидности: центральное положение; глубинное (периферийное) положение; соседское положение; приморское положение. Приморское положение считается благоприятной чертой ЭГП (за исключением арктических морей). В прибрежной зоне расположено 2/3 всех городов мира с населением более 1,5 млрд человек.

*Природно-ресурсный фактор* определяется наличием полезных ископаемых, земельных, водных, биологических и других ресурсов.

*Транспортный фактор* оказывает решающее значение на размещение производства. Например, сооружение Байкало-Амурской магистрали на востоке России тесно связано с освоением новых ресурсных районов.

*Фактор трудовых ресурсов.* Этот фактор всегда влиял на размещение производства и территориальную структуру хозяйства, однако в эпоху НТР его влияние проявляется двояко. С одной стороны, в промышленность, непроизводственную сферу привлекается дополнительная рабочая сила из других стран. С другой стороны, в ряде случаев оказывается выгодным перемещать производство к источникам дешёвых трудовых ресурсов. Например, регионы Восточной и Юго-Восточной Азии, обладающие огромными ресурсами дешёвой рабочей силы, стали главными центрами притяжения трудоёмких отраслей промышленности из Японии, Западной Европы и США. Таким образом, сохраняется ориентация на дешёвую рабочую силу, в том числе женскую, которая стала широко использоваться в поточном производстве, но ещё большее значение приобрела ориентация на высококвалифицированные трудовые кадры, «качество» рабочей силы.

*Фактор территориальной концентрации.* Концентрация производства даёт большой экономический эффект, с ней связана и территориальная концентрация хозяйства и населения в крупных промышленных центрах, узлах и районах, городских агломерациях.

К новым факторам размещения относятся фактор наукоёмкости и экологический фактор.

В эпоху НТР научно-техническая база становится всё более важным фактором размещения производства. Новейшие наукоёмкие отрасли всегда тяготеют к крупным научным центрам; возникают специализированные «города науки» (наукограды). В России главные центры научных исследований – Москва, Санкт-Петербург и Новосибирск. В США основные научные исследования ведутся в университетах, рассредоточенных по всей стране. Сложились новые формы территориальной организации

науки. Это технопарки и технополисы, в которых осуществляется вся технологическая цепочка – от фундаментальных исследований до продажи готовой наукоёмкой продукции. Идея технополисов зародилась в Японии в начале 80-х гг. XX в., получив затем широкое распространение в разных странах. Многие научно производственные города России являются технополисами (Дубна, Пущино, Зеленоград, Жуковский и др.).

*Экологический фактор* особое значение также приобрёл в эпоху НТР. Недостаток территорий, водных ресурсов, общее ухудшение состояния окружающей среды, растущие расходы на очистку промышленных сбросов и выбросов, размещение отходов явились важными причинами ограничения дальнейшей концентрации в них производства и населения. Часть «грязных» производств перемещается в другие районы или вообще демонтируется. Например, Рурский промышленный район (Германия) до и после Второй мировой войны считался одним из самых экологически неблагополучных в Европе. Но благодаря ряду природоохранных мер и выполнению программы «Чистое небо над Руром» экологическая обстановка в нём стала благоприятнее. Это произошло в связи с закрытием или выводом части производства из региона.

#### ***4. Интернационализация и глобализация хозяйственной жизни.***

*Интернационализация хозяйственной жизни* – это процесс развития устойчивых взаимосвязей между странами и выход процесса воспроизводства за национальные границы. Она предполагает дальнейшее сближение экономик отдельных государств. Это проявляется в усилении производственного взаимодействия и взаимозависимости стран, росте международного товарооборота, активизации международного движения рабочей силы. В основе интернационализации хозяйственной жизни лежит углубление международного разделения труда (МРТ), а также активизация международной деятельности ТНК, которые сыграли очень важную роль в усилении процессов интернационализации. Интернационализация затрагивает и факторы производства, и межгосударственные взаимосвязи, охватывая при этом все фазы процесса воспроизводства. С развитием интернационализации хозяйственной жизни появляется большое число международных экономических организаций как в сфере производства, транспорта, связи, так и в сфере международной торговли и финансов. На сегодняшний день данный процесс характеризуется ускорением под воздействием НТР, науки, подготовки высококвалифицированных кадров, формирования интернациональных издержек производства, интернациональной инфраструктурой.

*Глобализация* представляет собой дальнейший рост взаимозависимости хозяйства стран мира, в основе которого лежит углубление интернационализации производства. В результате глобализации развивается начинающийся на этапе интернационализации процесс выравнивания

условий хозяйствования разных стран. Это более высокий этап интернационализации всех факторов производства (производительных сил), когда система международных экономических отношений пронизывает все национальные экономики, укрепляя экономическую целостность мира.

Современная глобализация МХ выражается в следующих процессах:

- углубление, прежде всего, интернационализации производства, проявляющейся в том, что в создании конечного продукта участвуют производители многих стран мира; промежуточные товары и полуфабрикаты занимают всё большую долю в мировой торговле и в межкорпоративных трансфертах; институциональной формой интернационализации производства при этом выступают ТНК;

- глобализация производительных сил (факторов производства) через обмен средствами производства, научно-техническими, технологическими знаниями, а также в форме дальнейшего углубления международной специализации и кооперации, связывающих хозяйственные единицы в целостные производственно-потребительские системы; через производственное сотрудничество и международное перемещение производственных ресурсов;

- формирование глобальной материальной, информационной, организационно-экономической инфраструктуры, которая обеспечивала бы осуществление международного сотрудничества;

- усиление интернационализации обмена на основе углубления МРТ, где важнейшим направлением международной торговли становится сфера услуг, развивающаяся более быстрыми темпами, чем сфера материального производства;

- увеличение масштабов международной миграции рабочей силы, когда выходцы из относительно бедных стран находят применение в качестве неквалифицированной или малоквалифицированной рабочей силы в развитых странах;

- формирование единого глобального мирового экономического, правового, информационного пространства для свободной и эффективной предпринимательской деятельности всех субъектов хозяйствования, создание планетарного рынка товаров и услуг, рабочей силы, экономическое сближение и объединение отдельных стран в единый мирохозяйственный комплекс.

**5. Природные ресурсы в системе мирового хозяйства.** Для развития МХ необходимы разнообразные ресурсы. Природные ресурсы используются для производства и потребления в зависимости от уровня развития общества и включают минеральные, земельные, лесные, водные запасы, ресурсы Мирового океана. *Ресурсообеспеченность* выражается соотношением между величиной природных ресурсов и размерами их использования.



Минеральные ресурсы служат базой для производства промышленной продукции. Изменения в добыче и потреблении сырья, в международной торговле сырьевыми ресурсами оказывают влияние на экономическую ситуацию в отдельных странах и регионах и имеют глобальный характер. За последние десятилетия сырьевой сектор значительно изменился, т. к. развитые страны активно пытались преодолеть зависимость от поставок сырья из развивающихся стран и сократить производственные затраты. В этот период активизировались геолого-разведочные работы в развитых странах, осваивались месторождения в отдалённых и труднодоступных районах; реализовывались программы экономии минерального сырья посредством внедрения ресурсосберегающих и малоотходных технологий, использования вторичного сырья, снижения материалоёмкости продукции, природоёмкости производства, велись разработки в сфере замены традиционных видов сырья альтернативными.

Однако высокая обеспеченность минеральными ресурсами той или иной страны или их дефицит не является фактором, окончательно определяющим уровень социально-экономического развития государства. Во многих странах наблюдаются существенные разрывы между уровнем развития и уровнем обеспеченности данными видами ресурсов (например, в Японии и России). Размещение минеральных ресурсов характеризуется крайней неравномерностью и высокой концентрацией добычи. Более 90 % стоимости продукции горнодобывающей отрасли приходится на 22 вида минеральных ресурсов, 70 % добычи металлов приходится на 200 крупнейших рудников, более 80 % запасов и добычи нефти сосредоточено на 250 месторождениях, что составляет только 5 % общего числа нефтяных разработок. По разнообразию и объёму имеющихся запасов минеральных ресурсов в мире выделяется шесть государств: Россия, США, Китай, ЮАР, Канада, Австралия.

Земельные ресурсы, почвенный покров – стратегический ресурс, основа сельскохозяйственного производства страны. Однако лишь немногим более 30 % земельного фонда планеты относятся к сельскохозяйственным землям, используемым для производства продуктов питания и сырья для промышленности. Сельскохозяйственные угодья представляют собой пашни, многолетние насаждения (сады), естественные луга и пастбища. В разных странах соотношение пашни и пастбищ в сельскохозяйственных угодьях различно. В настоящее время в мире на пашни приходится около 11 % всей площади суши, 24 % суши используется в животноводстве. Страны, обладающие наибольшими массивами пахотных земель (млн га): США, Индия, Россия, Китай, Канада. По обеспеченности пашней в расчёте на душу населения выделяются Австралия, страны СНГ. В развитых странах резервов для сельскохозяйственного освоения практически нет, остаются лишь леса и «экстремальные территории».

Земельные ресурсы быстро сокращаются в результате горнопромышленных разработок, поглощаются населёнными пунктами, затопляются при сооружении водохранилищ, утрачиваются в результате процессов эрозии, опустынивания и др.

Лесные ресурсы занимают около 30 % суши. Прослеживается два лесных пояса: *северный* с преобладанием хвойных пород деревьев и *южный*, состоящий, главным образом, из лиственных пород. Наиболее высокая обеспеченность лесными ресурсами характерна для стран Северной и Южной Америки, СНГ. В развитых странах в последние десятилетия в основном из-за кислотных дождей снижается качество лесных ресурсов. Для большинства развивающихся стран характерно снижение обеспеченности лесными ресурсами. Примерно 10–12 млн га в год вырубается под пашни, значительная часть уничтожается пожарами, наиболее ценные породы экспортируются в развитые страны. Древесина – основной энергоноситель этих стран. Сокращение лесов влечёт за собой катастрофические последствия, связанные с сокращением поступления кислорода в атмосферу, усилением «парникового эффекта», изменением климата регионов и в целом всей Земли.

Рациональное использование водных ресурсов, в особенности пресных, – одна из острых глобальных мирохозяйственных проблем. Около 60 % общей площади суши на Земле приходится на зоны, где нет достаточного количества пресной воды. Четвёртая часть человечества ощущает её недостаток, примерно 500 млн жителей Земли страдают от недостатка и плохого качества питьевой воды. Большая часть вод на земном шаре – это воды Мирового океана (96 %); на подземные воды приходится около 2 %, столько же на ледники; 0,02 % приходится на поверхностные воды материков (реки, озёра, болота). Запасы пресных вод составляют 0,6 % от всего объёма вод. Современное потребление воды в мире составляет 3500 км<sup>3</sup> в год (в среднем 650 м<sup>3</sup> воды на 1 жителя планеты в год).

Ресурсы Мирового океана играют всевозрастающую роль в развитии МХ и включают: биологические ресурсы, значительные ресурсы минерального сырья, энергетический потенциал, транспортные коммуникации. Освоение ресурсов океана и его охрана являются одной из глобальных проблем человечества. Особое значение для МХ имеет использование ресурсов морского шельфа. В настоящее время около 30 % добываемой нефти имеет шельфовое происхождение. Добычу нефти на шельфе осуществляют около 60 стран.

**6. Международное разделение труда и мировое хозяйство.** МРТ выражается в специализации отдельных стран на производстве определённых товаров и услуг и товарном обмене этими продуктами на мировых рынках. МРТ по сравнению с территориальным разделением труда имеет некоторые принципиальные отличия. Формирование специализа-

ции хозяйства страны в таком случае подчиняется действию закона сравнительных преимуществ. Согласно этому закону каждая страна имеет сравнительное преимущество в производстве какого-либо товара или услуги и может получить выгоду, торгуя ими или обменивая их на другие товары или услуги.

Результатом МРТ является образование *отраслей международной специализации*. Отрасли, ориентированные на экспорт продукции, определяют «лицо» страны в МРТ. Международная специализация делает необходимым международный обмен товарами и услугами. Этот обмен находит выражение в развитии международных и экономических связей, в росте числа и мощности грузопотоков.

Об углублении международного географического разделения труда в настоящее время свидетельствуют высокие темпы роста внешнеторгового оборота. В товарной структуре мировой торговли наблюдается увеличение доли готовых изделий и уменьшение доли сырья и продовольствия. Среди готовых изделий первые места в мировой торговле занимает электроника, электротехника и автомобили, среди сырьевых товаров – нефть и нефтепродукты.

Сегодня торговля услугами растёт быстрее, чем торговля товарами, и составляет примерно 1/4 всей мировой торговли. Первое место в мировой торговле занимают экономически развитые страны Запада. Второе место – страны Юга – это НИС Азии и страны, входящие в ОПЕК (Организация стран-экспортёров нефти). На третьем месте страны с переходной экономикой, включая Китай и Россию. Для регулирования торговли создана Всемирная торговая организация (ВТО), куда входят более 130 стран, на них приходится 9/10 мирового товарооборота.

МХ имеет такую характеристику, как *динамичность*. Охватив все страны мира, мировое хозяйство и МРТ в последние десятилетия растут уже не вширь, а вглубь. Углубление международной специализации и обмена привело к «сращиванию» национальных хозяйств ряда стран. Так возникла новая, высшая ступень международного географического разделения труда – *международная экономическая интеграция*. Она представляет собой объективный процесс развития особенно глубоких и устойчивых взаимосвязей отдельных групп стран, основанный на проведении ими согласованной межгосударственной политики (например, АСЕАН, организация Азиатско-Тихоокеанского экономического содружества (АТЭС), Североамериканская ассоциация свободной торговли (НАФТА), Латиноамериканская ассоциация интеграции (ЛАИ)). Кроме региональных группировок, в системе МХ существуют и отраслевые экономические группировки. Самая важная из них ОПЕК, объединяющая 11 стран со штаб-квартирой в Вене.

Процесс развития МХ, углубления МРТ и экономической интеграции влечёт за собой всё большую интернационализацию хозяйственной жизни. Решающую роль в этом процессе играют ТНК – международные компании, в рамках которых объединяются многочисленные предприятия одной или нескольких отраслей МХ, расположенных в разных странах.

Таким образом, основными тенденциями развития современного МХ являются:

- развитие международного перемещения факторов производства, прежде всего, в формах ввоза-вывоза капитала, рабочей силы, технологий;
- рост на этой основе международных форм производства на предприятиях, расположенных в нескольких странах, прежде всего, в рамках ТНК;
- экономическая политика государств в поддержку международного движения товаров и факторов производства на двусторонней и многосторонней основе;
- возникновение экономики открытого типа в рамках многих государств и межгосударственных объединений (экономика многих стран становится всё более ориентированной на международное экономическое сотрудничество).

Итак, конец XX – начало XXI вв. является периодом формирования новой системы мирового хозяйства со свойственной ей иерархией национальных экономик в МРТ и на международном рынке факторов производства. Основной её особенностью становится не противоречие, а тенденция к сотрудничеству и взаимопониманию. Интернационализация производства под воздействием НТР создаёт ситуацию, когда странам уже невыгодно иметь исключительно «своё производство». Интегрируясь в МХ, страны стремятся найти там свою нишу, т. е. наблюдается стремление к созданию единого планетарного рынка капитала, товаров, услуг. Экономическое сближение и объединение отдельных стран в единый хозяйственный комплекс является генеральной тенденцией развития МХ.

### *Контрольные вопросы и задания*

1. Раскройте содержание понятия «мировое хозяйство».
2. Какими чертами характеризуется мировое хозяйство?
3. Что подразумевается под территориальной структурой МХ?
4. Какие типы экономических районов образуют опорный каркас территориальной структуры развитых стран?
5. Каковы особенности географического рисунка и структуры хозяйства развивающихся стран?
6. Охарактеризуйте центры МХ.\*
7. Дайте характеристику социально-экономической структуры МХ.

8. Какие существуют типы хозяйственной структуры МХ? Перечислите характерные черты каждого из них.\*
9. Перечислите и охарактеризуйте «старые» факторы размещения МХ.\*
10. Какие факторы размещения МХ относятся к «новым»?\*
11. Раскройте содержание понятия «интернационализация хозяйственной жизни»? Что лежит в основе данного процесса?
12. Раскройте содержание понятия «глобализация хозяйственной жизни». В чём выражается современный процесс глобализации МХ?
13. Какую роль играют природные ресурсы в системе МХ? Перечислите и охарактеризуйте виды важнейших природных ресурсов.\*
14. Каковы основные причины сокращения и ухудшения качества природных ресурсов?\*
15. Какую роль в развитии МХ играют ресурсы Мирового океана?\*
16. Раскройте содержание понятий «международное разделение труда», «отрасль международной специализации».
17. Раскройте содержание понятия «международная экономическая интеграция».
18. Каковы основные тенденции развития современного МХ?\*

### **3.3. Россия как территориальная социально-экономическая система**

**1. Географическое положение, территория и границы РФ.** Российская Федерация (РФ) – Россия – самое крупное по размерам территории государство мира. Оно охватывает восточную часть Европы и северную часть Азии, являясь, таким образом, по географическому положению евразийской страной. Россия занимает площадь 17,1 млн км<sup>2</sup>. Протяжённость границ составляет 58,3 тыс. км, в том числе сухопутных – 20,3 тыс. км, морских – около 38 тыс. км. Наибольшую протяжённую сухопутную границу Россия имеет с Казахстаном, Монголией и Китаем. Морские границы существуют с Японией и США. Кроме того, обозначен российский сектор Арктики по меридианам, проходящим через крайние северо-западную и северо-восточную точки (кроме островов Шпицбергенского архипелага (Норвегия)).

Россия имеет важные преимущества экономико-географического положения, находясь на транзитном положении на трансконтинентальных путях с запада на восток и с севера на юг с использованием смешанных сухопутно-морских и воздушно-морских перевозок. России необходимо максимально использовать в своих интересах положение между двумя наиболее динамично развивающимися мировыми центрами деловой активности – Западной Европой и Восточной Азией. Россия может играть роль

естественного моста в транспортных связях между этими регионами, поскольку располагает относительно хорошо развитой транспортной сетью, включая Транссиб и БАМ (Байкало-Амурская магистраль), разветвленную сеть нефте- и газопроводов, морские порты, сеть воздушных линий, развивается сеть современных автодорог. Интеграция транспорта страны в мировую транспортную систему должна стать важной составляющей вхождения России в мировое хозяйство. В этом отношении большую роль призваны сыграть формирующиеся международные транспортные коридоры.

Россия по многим параметрам – территории, населению, природно-ресурсному, научно-техническому, интеллектуальному потенциалу, участию в решении глобальных проблем современности, связанных, прежде всего, с освоением космического пространства, содействием в поддержании мира и безопасности – великая держава.

Россия представляет собой единое экономическое пространство, в пределах которого обеспечивается свободное перемещение людей, товаров, услуг и капиталов, осуществляются межрайонные и внутрирайонные связи, охватывающие как материальное производство, так и непродовольственную сферу. Это пространство консолидируют единые транспортная, энергетическая и информационные системы единая система газоснабжения, различные сети коммуникации и др.

Среди географических особенностей России, влияющих на её хозяйственную деятельность, расселение, можно выделить:

- обширность занимаемого пространства;
- неравномерность расселения и хозяйственного освоения территории;
- богатство и разнообразие природных условий и ресурсов;
- многонациональный состав населения и этническую мозаичность территории;
- сильные территориальные контрасты в экономической и социальной сферах.

Благодаря обширности территории обеспечиваются все необходимые условия рационального географического разделения труда, возможности свободного манёвра в размещении производительных сил, повышается обороноспособность государства. Вместе с тем, большая часть территории страны расположена в умеренном и холодном агроклиматических поясах. Достаточно большие площади лежат за пределами Северного полярного круга. Только 2/5 общей площади страны пригодны для постоянного обитания без специальных мер защиты населения от неблагоприятного воздействия суровых климатических условий. Однако при общей суровости климата и ограничения возможности земледелия в открытом грунте на Россию приходится примерно 1/10 всех посевных площадей мира. Особую ценность представляет фонд черноземных почв на западе страны.

Необходимость преодолевать огромные пространства выдвигает серьезные проблемы перед транспортом, которые усугубляются суровыми климатическими условиями. В отношении транспортной доступности условия сильно различаются. Например, для районов Крайнего Севера наиболее надежным видом транспорта является авиационный. Основное направление транспортных связей – широтное, между европейской частью страны и её восточной частью. Оно обеспечивается полимагистралями, включающими железные и автомобильные дороги, трубопроводный транспорт, высоковольтные линии.

Россия занимает ведущее положение в мире по общим геологическим разведанным запасам большинства полезных ископаемых. Ей принадлежит первое место по ресурсам энергоносителей, отдельных видов металлургического, горно-химического, минерально-строительного сырья. Поэтому она практически независима от конъюнктуры мирового рынка минерально-сырьевых ресурсов. Первое место принадлежит России и по лесопокрытой площади. Мощный природно-ресурсный потенциал позволяет не только практически полностью удовлетворять потребности отечественного хозяйства, но и в значительных количествах экспортировать энергоносители, минеральное сырьё, древесину. При общей высокой обеспеченности страны природными ресурсами разные районы насыщены ими неодинаково. Существует диспропорция между размещением основных источников сырья, топлива и энергии, с одной стороны, и размещением населения и трудовых ресурсов – с другой. В целом для России характерна неравномерность в степени экономической освоенности территории.

Основная полоса расселения в России простирается от Кольского полуострова до предгорий Большого Кавказа и от западных рубежей до Центрального Урала. За Уралом она вытянута вдоль Транссиба и образует отдельные ветви (например, Кузбасс, Минусинская котловина, Приамурье, Приморье). Основная полоса расселения занимает только 1/10 часть территории страны, но концентрирует более 2/3 всего населения, представляя собой *трансконтинентальную расселенческую структуру*. За её пределами расположены районы Крайнего Севера и приравненных к нему местностей, на которые приходится 70 % всей площади страны при очаговом характере расселения и средней плотности населения 1 человек на км<sup>2</sup>. Подавляющая часть этого пространства входит в зону вечной мерзлоты, характеризуется неустойчивостью природных ландшафтов к техногенным нагрузкам. В основной полосе расселения, где условия для проживания более благоприятны, плотность населения колеблется от 25 до 100 человек на км<sup>2</sup>, в ареалах концентрации городского и сельского населения плотность достигает от 50 до 100 человек на км<sup>2</sup>, в агломерациях и зонах влияния крупных городов – 150–250 человек на км<sup>2</sup>, в московском регионе – свыше 800 человек на км<sup>2</sup>.

На районы, расположенные к востоку от Урала, при слабой заселённости приходится 9/10 всех топливно-энергетических ресурсов, 4/5 запасов древесины, значительная доля металлургического, горно-химического, минерально-строительного сырья.

Различия в степени экономической освоенности территории, уровне обеспеченности природными ресурсами находят отражения в количественных и качественных характеристиках хозяйства. Производственный потенциал европейской части много больше, а структура хозяйства значительно сложнее по сравнению с восточными районами.

Россия – многонациональное государство. На её территории проживают представители более 100 народов. В качестве важнейшей цели ставятся достижение и укрепление межнационального согласия, доверия и взаимопонимания, сохранения исторически сложившегося государственного единства народов страны, целостности её территории. В городах проживает свыше 3/4 населения. Интенсивнее всего процесс урбанизации протекал в восточных районах, где он сопровождался расширением ареалов городских поселений; в европейской части было характерно уплотнение уже сложившейся сети городов.

На территории страны выделяют 11 экономических районов, каждый из которых отличается условиями и особенностями формирования в прошлом и стратегическими направлениями развития на перспективу, специализацией и структурой производства. Каждый из районов выполняет определённые функции в общей системе территориального разделения труда внутри страны.

Новый этап развития знаменует собой укрепление «исполнительской вертикали» благодаря системе контроля за выполнением в регионах Конституции РФ, федеральных законов и указов Президента. Для осуществления контрольных функций были организованы семь федеральных округов, в каждом из которых имеется соответствующий центр: «Центральный» (Москва), «Северо-Западный» (Санкт-Петербург), «Южный» (Ростов-на-Дону), «Приволжский» (Нижний Новгород), «Уральский» (Екатеринбург), «Сибирский» (Новосибирск), «Дальневосточный» (Хабаровск).

Геополитическое положение России в современных условиях определяется многими факторами разного уровня – от глобальных до региональных. Существенное влияние на экономическое и социальное развитие страны оказывают следующие обстоятельства:

- образование в результате распада СССР по всему периметру сухопутных границ России суверенных государств;
- возникновение по отношению к России ближнего и дальнего зарубежья, к первому из них принадлежат все страны СНГ;
- «прозрачность» границ с ближним зарубежьем (кроме Украины);



- ликвидация военного присутствия в странах Европы (включая страны Балтии) и других, за исключением участия в составе миротворческих сил ООН и частичной охраны государственных границ СНГ.

Изменение геополитического положения привело к ряду негативных последствий. Внешнеэкономические связи с дальним зарубежьем приходится осуществлять через территорию государств СНГ, что усложняет торгово-транспортные операции и функционирование объектов топливно-энергетической инфраструктуры международного характера. За пределами России остались крупные порты на Чёрном и Балтийском морях, некоторые весьма значительные источники минеральных ресурсов, появились спорные вопросы, инициированные некоторыми соседними государствами по поводу границ с Эстонией, Латвией, Японией.

Одна из важнейших геополитических задач – укрепление позиций России в ближнем зарубежье, поскольку в соответствии с современными геополитическими реалиями наша страна рассматривается как один из центров мировой политики и лидер модернизирующегося пространства, охватывающего СНГ.

**2. Структурно-территориальные особенности хозяйства России.** Хозяйство России в целом отличается монолитностью, взаимодействием образующих его отраслей производственной и непроизводственной сферы, единством экономического пространства. Его характеризуют следующие особенности:

- усиливающаяся значимость социальных и экологических аспектов, социальная ориентация экономики;
- крупные масштабы материального производства, ведущая роль промышленности;
- опора на собственные природные, материальные и трудовые ресурсы;
- активизация участия в международном разделении труда и мирохозяйственных связях.

Для России принципиальное значение имеет создание необходимых механизмов для интеграции в мировую хозяйственную систему. Заключение соглашения с Европейским Союзом (ЕС) о партнёрстве и сотрудничестве. ЕС – главный торгово-экономический партнёр России. Россия тесно сотрудничает с разными странами в рамках международных организаций отраслевого и регионального профиля, таких, например, как Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ), Международная организация гражданской авиации, Черноморское экономическое сотрудничество и др.

В результате экономического кризиса Россия уступила прежние позиции в мировом хозяйстве, перестала быть безраздельным лидером в Европе по общему объёму производства. Сейчас она относится к странам с

переходной экономикой. На сегодняшний день стратегические интересы России заключаются в более тесном интеграционном сотрудничестве со странами СНГ. Россия должна иметь свободный доступ на их рынки, особенно для энергоносителей, продукции обрабатывающей промышленности и высоких технологий, а также использовать их сырьевые ресурсы, которые оказались в той или иной мере в сфере конкурентной борьбы с участием иностранного капитала.

Производственно-технический потенциал нашей страны – один из мощных в мире. Россия обладает огромными природными, материальными и трудовыми ресурсами. Но при значительных масштабах экономики отличаются накопившейся в течение длительного периода инерционностью и как следствие этого – недостаточной восприимчивостью к научно-техническому прогрессу. Изношены производственные фонды (около 50 %). Это крайне сказывается не только на качестве выпускаемой продукции, но и на экологической ситуации ряда регионов.

Современный этап экономического и социального развития России связан с радикальными изменениями, вызванными переходом к рыночным отношениям. Преобразование на пути к рыночной экономике осуществляется по нескольким взаимосвязанным направлениям:

- стабилизация финансов и денежной системы;
- структурная перестройка экономики, её демилитаризация, интеграция в мировое хозяйство;
- создание конкурентной рыночной среды;
- активная социальная политика с целью приспособления трудоспособного населения к новым условиям, создание предпосылок экономического роста на основе повышения роли деловой активности.

Переход к рыночным отношениям не исключает государственного регулирования в определённых хозяйственных сферах. Мировой опыт свидетельствует о том, что в странах с высокоэффективной рыночной экономикой государство активно участвует в решении таких проблем, как освоение новых территорий, создание инфраструктуры, помощь экономически слаборазвитым районам.

*Структура хозяйства.* Основа хозяйства России – материальное производство, которое включает:

- отрасли, непосредственно создающие материальные блага, – промышленность, сельское хозяйство, строительство;
- отрасли, доставляющие созданные материальные ценности потребителям, – транспорт и связь по обслуживанию материального производства;
- отрасли, связанные с продолжением процесса производства в сфере обращения, – торговлю, материально-техническое снабжение, заготовки, общественное питание.

Непроизводственную сферу образуют:

- отрасли услуг – бытовое обслуживание населения, транспорт, связь по обслуживанию населения;
- отрасли социального обслуживания – просвещение, здравоохранение, культура, искусство, наука;
- отрасли управления и обороны.

В процессе развития хозяйства соотношение между материальным производством и непроизводственной сферой изменились. Произошло увеличение доли населения, связанного с непроизводственной сферой, что представляет собой прогрессивное явление, свидетельствующее о повышении роли социальных факторов. За годы индустриализации произошли изменения, касающиеся не только воспроизводственной, но и отраслевой структуры хозяйства. Одной из её особенностей является ведущая роль промышленности. Промышленность в первую очередь определяет производственный и научно-технический потенциал страны, степень и эффективность использования природных, материальных и трудовых ресурсов. Под её влиянием складывается сложная система межотраслевых и межрайонных связей, возникают территориально-хозяйственные, в том числе территориально-производственные комплексы (ТПК).

Структура хозяйства в процессе индустриализации страны оказалась существенно «утяжелённой» и была в сильной степени милитаризованной. Значительную роль приобрели отрасли, характеризующиеся высокой материало– и энергоёмкостью. Это повлекло за собой хроническую ресурсную несбалансированность, несмотря на очень высокие абсолютные размеры добычи и производства сырья, топлива, энергии. Теснее всего связаны с освоением природных ресурсов и напрямую зависят от территориальных особенностей первичные отрасли хозяйства – добывающая промышленность, сельское и лесное хозяйство. Они «подстилают» вторичные отрасли, среди которых обрабатывающая промышленность, строительство, транспорт. По мере роста научно-технического прогресса всё большее значение приобретают третичные отрасли, относящиеся преимущественно к интеллектуальной сфере деятельности и сфере услуг.

Отраслевую структуру хозяйства характеризуют два главных аспекта: межотраслевые пропорции и межотраслевые связи. Наряду с отраслевой дифференциацией, происходящей в результате общественного разделения труда, наблюдается взаимодействие отраслей и их элементов в составе интеграционных структур – *межотраслевых комплексов*, которые возникают и развиваются как внутри отдельно взятой отрасли хозяйства, так и на контактах разных его отраслей. Например, в составе промышленности существуют топливно-энергетический, металлургический, машиностроительный и другие комплексы. Более сложной структурой отличаются агропромышленный и строительный комплексы, объединя-

ющие разные отрасли хозяйства. Экстраординарный характер носит военно-промышленный комплекс (ВПК), объединяющий в себе элементы других межотраслевых комплексов. Он принадлежит к элитарным производственным структурам, концентрируя высокие технологии.

Важная составная часть хозяйства – *инфраструктура*. *Производственная инфраструктура* в основном продолжает процесс производства в пределах обращения. К ней относятся: транспорт, включая пути сообщения и транспортные средства; связь, инженерные сооружения и устройства, ирригационные системы, линии электропередач, распределительные сети, телефонные сети и др. *Социальную инфраструктуру* образуют, прежде всего, пассажирский транспорт, различные городские инженерные сооружения, коммунально-бытовое хозяйство и др. Инфраструктура – как производственная, так и социальная – обеспечивает целостность и комплексность хозяйства на различных его уровнях. Особенно велика роль инфраструктуры в процессе освоения новых территорий, сырьевых и топливно-энергетических ресурсов в восточных и северных районах страны.

Территориальная организация хозяйства РФ сложилась в результате коренных изменений в размещении производительных сил под влиянием социально-экономических преобразований, научно-технического прогресса и территориального разделения труда. Она была обусловлена приближением производства к источникам сырья, топливно-энергетическим ресурсам, инфраструктурным объектам, местам сосредоточения трудовых ресурсов, сдвигом промышленности в восточные районы, влиянием международного разделения труда и интеграционных процессов. Одна из важных вех на пути изменения территориальных пропорций в хозяйстве России – сдвиг промышленности в восточные районы, где сосредоточены основные природные запасы сырья, топлива и энергии. Здесь сложились мощные индустриальные базы, возникли территориально-производственные, в том числе топливно-энергетические комплексы.

Самая актуальная проблема территориальной организации хозяйства России – рациональное разделение труда между европейской частью, включая Урал, и восточными районами. Она в значительной мере обусловлена стремлением как можно эффективнее преодолеть несоответствие в размещении сырьевых и топливно-энергетических ресурсов, с одной стороны, и трудовых ресурсов – с другой.

Всё более широкое включение России в международное разделение труда и мировые хозяйственные связи вызывает активизацию экономической деятельности и рыночных отношений в приграничных и приморских районах европейской части и Дальнего Востока. Здесь возникают новые инфраструктурные объекты, в том числе непосредственно относящиеся к развитию рынка и обслуживанию внешнеторговых операций.

Для территориальной организации хозяйства страны важную роль играет экономическая политика в отношении стран СНГ, которая направлена на формирование общего экономического пространства, что обеспечивает переход к единому торговому пространству и развитию глубоких интеграционных процессов.

Проблема экологического оздоровления России не имеет альтернативы. Научно-технический прогресс немыслим без обеспечения благоприятной среды обитания человека. Поэтому размещение и функционирование предприятий разных отраслей хозяйства непосредственно зависит от требований рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Разнообразие природных, экономических и социальных условий России придаёт особое значение региональным проблемам. Концепция территориального развития страны должна строиться с учётом возрастающей роли регионов в решении федеральных задач и преодолении кризисных процессов. В настоящее время все регионы так или иначе представляются проблемными. Среди проблемных регионов по уровню экономического и социального развития, глубине кризисных процессов выделяют следующие основные типы:

- *депрессивные регионы* – территории с устойчивым снижением производства и реальных доходов населения, с растущей безработицей (на западе – Ивановская, Костромская, Псковская области, республики Калмыкия, Чувашия и др., в пределах восточных районов – республики Алтай и Тыва, Забайкальский край и др.);

- *кризисные регионы* – регионы с экстремальным характером экономических и социальных процессов (остановка промышленных предприятий, межэтнические конфликты); в их число входят республики Северного Кавказа;

- *районы особого стратегического назначения* – районы Крайнего Севера и приравненные к нему территории, Дальний Восток и др. Суровые климатические условия вызывают немалые дополнительные затраты материальных средств и труда на хозяйственное освоение территорий, что негативно повлияло на социально-экономическую ситуацию при переходе к рыночным отношениям. В то же время Крайний Север сосредотачивает огромные природные ресурсы, вовлечение в оборот которых привело к формированию территориально-производственных комплексов (ТПК). Многие месторождения полезных ископаемых здесь имеют мировое значение. Крайний Север даёт 1/5 часть национального дохода, на его долю приходится около 3/5 экспорта страны. Поэтому по сумме обстоятельств он принадлежит к сфере стратегических интересов России, имеет особое значение для расширенного воспроизводства её хозяйства.

Таким образом, Россия представляет собой территориальную социально-экономическую систему. Россия – единое экономическое пространство, в пределах которого обеспечивается свободное перемещение людей, товаров, услуг, осуществляются межрайонные и внутрирайонные связи, охватывающие как материальное производство, так и непроизводственную сферу. Территориальная организация хозяйства РФ сложилась в результате коренных изменений в размещении производительных сил под влиянием социально-экономических преобразований, научно-технического прогресса и территориального разделения труда. В результате экономического кризиса Россия уступила прежние позиции в мировом хозяйстве. Сейчас она относится к странам с переходной экономикой. На сегодняшний день стратегические интересы России заключаются в более тесном интеграционном сотрудничестве со странами СНГ, Европейского Союза, Азиатско-Тихоокеанского региона. Место и роль России в мировом экономическом пространстве будет определяться также её участием в деятельности Всемирной торговой организации. В ближайшие десятилетия России предстоит решить двудединую задачу: восстановить экономическую мощь страны и интегрироваться в мировое экономическое пространство.

### *Контрольные вопросы и задания*

1. Охарактеризуйте особенности географического положения территории России. Границы.
2. Как географические особенности территории влияют на хозяйственную деятельность и расселение?
3. Какие возникают проблемы в связи с положением России преимущественно в умеренном и холодном агроклиматических поясах?
4. В каком направлении простирается основная полоса расселения?
5. Каковы последствия изменения геополитического положения России?
6. Какими особенностями характеризуется хозяйство России? Какова его отраслевая и территориальная структура?\*
7. Каким образом в последние десятилетия изменилось соотношение между материальным производством и непроизводственной сферой?\*
8. Какую роль в хозяйстве страны играет инфраструктура?\*
9. Какие регионы в России выделяют по уровню экономического и социального развития?\*
10. Какое значение для России имеет интеграция в мировую хозяйственную систему? Почему важна интеграция со странами СНГ?

### 3.4. Глобальная экологическая роль России

**1. Экологическая роль территории России.** В современном мире обеспечить экологическую безопасность страны так же важно, как военную, политическую и экономическую. Россия занимает особое место в глобальных экологических процессах и является главной стабилизирующей силой в охране и восстановлении окружающей природной среды. Значительная часть её территорий, ещё не тронутых хозяйственной деятельностью, представляет чрезвычайную ценность не только для России, но и для всего человечества.

Экологическая роль территории России в планетарной геосистеме во многом определяется величиной её территории. Планетарно-экологическое значение имеют российские леса. 70 % диких лесов планеты находятся на её территории и очищают воздух, потребляемый всем человечеством. На территории России более 20 % лесопокрытой площади мира, большие массивы переувлажнённых земель и болот, регенерирующих атмосферный кислород и занимающих 8 % территории страны. Как один из крупнейших на Земле массивов практически неосвоенных «диких» земель, они являются стратегическим резервом биосферы, геохимическим барьером для глобального загрязнения. В силу этого, российская территория выступает регионом компенсации глобальных антропогенных нарушений природы. Россия – крупнейший экологический донор планеты. По оценкам экспертов ООН, комплексный показатель вклада России в сохранение устойчивости биосферы равен 10 % общепланетарного баланса, тогда как США – 5 %, Бразилии – 7 % и т. д.

Неосвоенные территории России с её природными богатствами – сдерживающий фактор глобального экологического кризиса. Поэтому стратегически важно сохранение этих регионов, обеспечивающих благоприятные условия жизнедеятельности современным и будущим поколениям землян. Потеря этих ресурсов означает для России неуклонное возрастание угрозы её национальным интересам и безопасности граждан.

Реальный вклад хозяйства России в глобальную трансформацию природной среды в целом не превышает долю страны в территориальных ресурсах Земли, в населении и в мировом хозяйстве.

**2. Экологические проблемы территории России.** *Загрязнение атмосферы.* Повышение уровня загрязнения атмосферы отмечается не только в городах и прилегающих территориях, но и в фоновых районах. Выбросы диоксидов серы вызывают закисление атмосферных осадков. Области повышенной кислотности зафиксированы на европейской территории России, а также в ряде промышленных районов с развитой цветной металлургией. Выпадение загрязняющих веществ на территории России обусловлено не только выбросами собственных источников, но и трансграничным перено-

сом. Поскольку в средних широтах Северного полушария преобладает западный перенос воздушных масс, загрязняющие вещества, выброшенные в атмосферу в Европе при сжигании получаемых из России энергоносителей, частично поступают с воздушными потоками на нашу территорию. К примеру, потоки антропогенной серы, поступающие на Русскую равнину из Западной Европы, в 10 раз превосходят её потоки из России на запад. По величине выбросов загрязняющих веществ в атмосферу абсолютных и на душу населения с большим отрывом лидируют США. Российские показатели ниже американских: по  $SO^2$  – в 6,5 раз, по  $NO_x$  – в 8,6, по  $CO^2$  – в 8,7 раз. Параметры выбросов европейских стран ниже российских, но в расчёте на душу населения они сопоставимы. Россия расположена в гораздо более суровых климатических условиях, чем США и Западная Европа. Это предопределяет и больший расход энергии (на отопление, высококалорийное питание, тёплые производственные и жилые помещения и т. п.), а, следовательно, и выбросов в атмосферу, и объёмов использования водных ресурсов. Больше энергии требуется и российскому транспорту. Экологическую угрозу для России представляет атмосферный вынос солей из Средней Азии, усилившийся из-за усыхания Арала.

Водные ресурсы являются одним из наиболее важных и наиболее уязвимых компонентов окружающей среды. Их быстрое изменение под влиянием хозяйственной деятельности приводит к обострению ряда проблем.

*Усиление водохозяйственной напряжённости.* Водные ресурсы распределены по территории страны неравномерно: 90 % общего годового объёма стока приходится на бассейн Северного Ледовитого и Тихого океанов, и менее 8 % – на бассейн Каспийского и Азовского морей, где проживает свыше 80 % населения России и сосредоточен её основной промышленный и сельскохозяйственный потенциал. В целом суммарный водозабор на хозяйственные нужды относительно невелик – 3 % средне-многолетнего стока рек. Однако в бассейне Волги он составляет 33 % всего водозабора по территории страны, а по ряду речных бассейнов забор среднегодового стока превышает экологически допустимые объёмы изъятия (Дон – 64 %, Терек – 68 %, Кубань – 80 % и т. д.). На юге европейской территории России практически все водные ресурсы вовлечены в народнохозяйственную деятельность. Даже в бассейнах рек Урала, Тобола и Ишима водохозяйственная напряжённость стала фактором, в определённой степени сдерживающим развитие хозяйства.

*Загрязнение поверхностных вод.* Сохраняется многолетняя тенденция нарастания загрязнения поверхностных вод. Со сточными водами промышленности, сельского и коммунального хозяйства в водные объекты поступает огромное количество загрязняющих веществ. На территории страны практически все водные объекты подвержены антропогенному влиянию, качество воды большинства из них не отвечает нормативным



требованиям. Наибольшей антропогенной нагрузке подвергается Волга с её притоками Камой и Окой. Среднегодовая токсичная нагрузка на экосистемы Волги в 6 раз превосходит нагрузку на водные экосистемы других регионов страны. Качество вод Волжского бассейна не соответствует гигиеническому, рыбохозяйственному и рекреационному нормативам.

В связи с перегруженностью и низкой эффективностью работы очистных сооружений объём нормативно-очищенных сточных вод, сброшенных в водоёмы, составляет только 8,7 % от общего объёма воды, подлежащей очистке. ПДК вредных ингредиентов в воде превышают в десятки, а порой и в сотни раз: воды реки Урал в районе городов Орёл и Оренбург содержат железо, нефтепродукты, аммонийный и нитратный азот, среднегодовые концентрации которых колеблются от 5 до 40 ПДК; в Приморье воды реки Рудной загрязнены борсодержащими веществами и соединениями металлов – концентрации меди, цинка, бора достигают соответственно 30, 60 и 800 ПДК и т. д. Результаты проверки качества водных источников показали: только 12 % обследованных водных объектов можно отнести к условно чистым (фоновым); 32 % находятся в состоянии антропогенного экологического напряжения (умеренно загрязнённые); 56 % являются загрязнёнными годными объектами (или их участками), экосистемы которых находятся в состоянии экологического регресса. Речной сток и вместе с ним водные загрязнения «импортируют» из Казахстана Омская, Курганская и Тюменская области.

*Снижение водности крупных рек.* К началу 80-х гг. уменьшение годового стока крупных рек юга европейской части страны под влиянием хозяйственной деятельности составило: Волги – 5 %, Дона – 20 %, Урала – 25 %. Вследствие высокого объёма водозабора в бассейнах рек Амударья и Сырдарья и сокращения поступления воды в Аральское море, его площадь за 25 лет уменьшилась примерно на 23 тыс. км<sup>2</sup>, или на 1/3, уровень упал более чем на 12 м.

*Массовая гибель малых рек.* На территории бассейнов малых рек (длиной до 100 км), составляющих 1/3 суммарного многолетнего стока, проживает значительная часть городского и сельского населения. За последние три десятилетия интенсивное хозяйственное использование водных ресурсов и прилегающих земель привело к истощению, обмелению и загрязнению рек. Многолетний сброс сточных вод в объёмах, сравнимых с годовым объёмом стока, свёл на нет способности многих рек к самоочищению. Бесконтрольное изъятие воды, уничтожение водоохранных полос и осушение верховых болот привело к массовой гибели малых рек. Особенно ярко этот процесс наблюдается в лесостепных и степных зонах, на Урале и вблизи крупнейших промышленных центров.

*Ухудшение качества питьевой воды.* Состояние водных источников (поверхностных и подземных) и систем централизованного водо-

снабжения не может гарантировать требуемого качества питьевой воды. Более 50 % россиян вынуждены пользоваться водой, не соответствующей стандартам по различным показателям. Основными причинами ухудшения качества питьевой воды являются: несоблюдение режима хозяйственной деятельности в зонах санитарной охраны; отсутствие в ряде случаев очистных сооружений на коммунальных водопроводах и обеззараживающих установок, а также вторичное загрязнение воды в разводящих сетях при авариях, количество которых ежегодно возрастает.

*Загрязнение морей.* Все внутренние и окраинные моря России испытывают интенсивную антропогенную нагрузку как самой акватории, так и в результате хозяйственной деятельности на водосборном бассейне. Для морских берегов характерно развитие абразионных процессов, более 60 % береговой линии испытывает разрушение, размыв и подтопление, что наносит значительный ущерб хозяйству и является дополнительным источником загрязнения морской среды. Особую опасность вызывает захоронение радиоактивных отходов в северных морях. В последние годы контроль за качеством морских вод несколько ослаб и проводится по сокращённой программе в связи с недостаточным финансированием.

*Степень устойчивости ландшафтов,* представленных на территории России, к антропогенным воздействиям определяется, прежде всего, климатическими факторами. Преобладание низких температур обуславливает невысокую скорость естественной деструкции загрязнителей в воздухе, воде и почвах; 60 % территории занимают особо уязвимые природные комплексы многолетней криолитозоны; около половины российской территории – это слабо устойчивые к широкому спектру хозяйственных воздействий горные геосистемы; 20 % территории России относится к сейсмоактивным районам (в том числе 5 % территории подвержено чрезвычайно опасным 8–10-балльным землетрясениям), а 18 % – лавиноопасные территории. Стихийные бедствия могут инициировать экологические катастрофы и усиливать тяжесть их последствий. И вечная мерзлота, и горы локализируются на очень слабо освоенном востоке страны. Эти уязвимые ландшафты пока практически не нарушены хозяйственной деятельностью. Значительную часть территории страны, особенно на Восточно-Европейской равнине, занимают геосистемы, замкнутые на внутренние водоёмы, что затрудняет «экспорт» экологических угроз за пределы страны.

*Лесные ресурсы.* Россия располагает площадью, равной около 1,2 млрд га (более 20 % мировой площади лесов), и почти 25 % мировых запасов древесины. Однако расчётная лесосека используется нерационально. Систематически допускаются перерубы хвойных пород, и лишь наполовину используется расчётная лесосека по лиственным породам деревьев. Велики отходы при заготовке и использовании леса. При переработке теряется около 20 %

древесины. Лесовосстановительные работы отстают от рубки леса ежегодно на 1,1 млн га. Значительный ущерб наносят пожары. Продолжается деградация и обеднение растительного покрова, особенно естественных кормовых угодий в связи с высокими пастбищными нагрузками и неудовлетворительным уходом за сенокосами. Так, в ряде субъектов биологическая продуктивность сенокосов снизилась в 2–3, а хозяйственная – в 3–4 раза. Свидетельством общего биологического истощения страны является уменьшение видового разнообразия флоры и фауны. Под угрозой исчезновения находится каждый десятый вид птиц, каждый пятый вид растений и млекопитающих и каждый четвертый вид земноводных и пресмыкающихся, 553 вида высших растений и 463 вида животных. Вместе с тем, планетарно-экологическое значение имеют: российские леса, переувлажнённые земли и болота, которые регенерируют атмосферный кислород и выступают геохимическими барьерами для загрязнителей; крупнейший на планете массив практически не освоенных земель (почти 2/3 территории). Российская территория выступает главной естественной «очистной установкой» планеты, одним из основных районов компенсации глобальных загрязнений и вообще нарушений природы, экологическим «донором» многих национальных экосистем.

Одну из угроз для России представляют свободные миграции животных через границы, а также вредители и болезни сельскохозяйственных культур. Среди продовольственных закупок за границей большую долю составляют продукты питания, полученные из генетически изменённых (трансгенных) растений.

Россия – крупнейшая держава мира, обладающая мощной минерально-сырьевой базой (2/3 ресурсов планеты): разведано более 20 тыс. месторождений широкого спектра – от нефти, газа, угля и до практически всех металлических и неметаллических полезных ископаемых. Значительный объём добычи важнейших невозполнимых полезных ископаемых и относительно низкий уровень внутреннего потребления большинства их видов обусловили высокие экспортные возможности России на международном рынке сырья. Из России вывозится 40–45 % добываемой в стране нефти и 30–34 % производимых нефтепродуктов, 30–33 % газа, 85–90 % меди, до 97 % никеля, до 99 % алюминия. Минерально-сырьевая продукция является главной составляющей российского экспорта. Имея всего три процента населения мира, Россия располагает 13 % территории планеты, где сосредоточено 35 % запасов мировых ресурсов. На каждого жителя в России приходится 11,7 условных единиц ресурсов, в США – 2, Западной Европы – 0,67 единиц.

Поставками энергоресурсов на мировой рынок Россия оказывает существенную экологическую помощь зарубежным государствам. В процессе экспорта нефти и газа, по сути, «продаются» и российские ландшафты, сильно нарушаемые и загрязняемые при добыче этих ресурсов. Известно, что наиболее токсичные выбросы поступают в атмосферу при сжигании угля, наименее токсичные – при сжигании газа; нефтяное то-

пливо (мазут) занимает промежуточное положение. Замена в странах Европы угля и нефтепродуктов российским газом (более 120 млрд м<sup>3</sup> в год) позволила им сократить выбросы вредных веществ в атмосферу более чем на 30 млн т в год, в том числе твёрдых частиц – на 15 и соединений серы – на 10 млн т. В первой четверти XXI в., по прогнозам учёных, реальна опасность истощения мировых энергетических запасов. Обостряется борьба за главные сырьевые ресурсы планеты, значительная часть которых находится на территории России. С учётом определяющей роли России в глобальных экологических процессах её дальнейшее развитие невозможно без защиты национальных экологических интересов.

Производственная нагрузка на единицу высокоосвоенной территории (т. е. территории с плотностью населения свыше 10 человек на 1 км<sup>2</sup>) в Западной Европе, Японии, Корее превышает таковую в России в 30–40 раз. Что касается крупных городов, уровни загрязнения среды в российских и зарубежных мегаполисах в целом сопоставимы. Но города не могут существовать без окружающих их ландшафтов. Состояние среды в российских городах заметно улучшают огромные разреженные пространства, полноводные реки, гораздо менее, чем за рубежом, освоенные территории, обширные леса.

Россия унаследовала ресурсоёмкую экономику с перекошенной в сторону тяжёлой индустрии структурой, определяющей высокий антропогенный пресс на природу. В ряде районов страны сформировались очень острые и даже критические экологические ситуации. В настоящее время 16–18 % территории страны – зоны экологического кризиса. Здесь произошли глубокие, а в ряде случаев необратимые нарушения природных комплексов. Так, например, безграмотное хозяйствование в Калмыкии в течение десятилетий привело к тому, что республика стала зоной экологического бедствия – с 1 августа 1994 г. здесь введено чрезвычайное положение. Один из основных источников загрязнения природной среды в республике – производственный комплекс Волгограда. Наиболее острые проблемы: деградация пастбищ (этим процессом охвачено 83 % территории); ухудшение качества питьевой воды (содержание в ней солей в 20 раз превышает мировые стандарты); рост заболеваемости и смертности населения, обусловленный ухудшением среды обитания, у новорождённых отмечаются раковые заболевания, болезни крови и др.

Среди техногенных нагрузок *серьёзную проблему представляют отходы*. На территории страны в отвалах, полигонах, хранилищах и несанкционированных свалках накоплено порядка 80 млрд т твёрдых отходов производства и потребления. В хранилищах, складах, могильниках, свалках и других объектах содержится более 1,1 млрд т токсичных и экологически опасных промышленных отходов.

Россия выделяется на мировом фоне наличием источников потенциального риска (ядерное и химическое оружие, предприятия ВПК,

трубопроводы, газохранилища, атомные и гидроэлектростанции, химические производства, авиация и т. п.). Так, в РФ сосредоточено около половины накопленного в мире обогащенного урана и, соответственно, примерно половина отходов его обогащения. Россия несёт ответственность за 50 % антропогенного «космического мусора». В нашей стране находятся очень крупные – в мировом масштабе – зоны радиоактивного загрязнения. Но в целом вклад российского хозяйства в глобальную трансформацию природной среды не превышает долю страны в территориальных ресурсах Земли, в населении и в мировом хозяйстве. Западные экологи, политики и СМИ проявляют повышенную обеспокоенность ввиду ядерной и радиационной опасности на Кольском полуострове и в Баренцевом море. Здесь сконцентрированы опасные объекты: АЭС, базы ледокольного и подводного атомных флотов, завод по производству атомных субмарин, судоремонтные заводы, стоянки выведенных из эксплуатации атомных кораблей, хранилища отработанного ядерного топлива, установки по очистке и морской могильник радиоактивных отходов, Новоземельский ядерный полигон. В то же время российско-норвежской экспедицией установлено, что фоновое радиоактивное загрязнение Баренцева и Карского морей значительно ниже, чем Ирландского и Балтийского морей. Вместе с тем, в Баренцево море с Норвежско-Нордкапским течением выносятся загрязнения из Северного моря. В послевоенные годы море активно «осваивается» ядерной энергетикой (радиоактивные отходы в него сбрасывает Франция, Великобритания – в Ирландское море) и морскими нефтегазопромыслами. Благодаря Гольфстриму широкий спектр загрязнений – от бытовых отходов до радионуклидов – прослеживается до Карского моря.

Главная особенность экологического кризиса в России заключается в том, что им охвачены центры интенсивной хозяйственной деятельности, составляющие всего треть российской территории, где проживает большая часть (две трети) населения страны. Эти регионы характеризуются негативным состоянием окружающей среды, нарастающим ухудшением здоровья людей, отрицательными демографическими показателями. Углубление экологического кризиса происходит на фоне неэффективной государственной экологической политики, приведшей к деэкологизации федерального бюджета и бюджетов всех уровней, свёртыванию системы экологического воспитания, образования и просвещения, ликвидации самостоятельной системы экологического контроля и государственной экологической экспертизы, росту экологических правонарушений и преступности, социальной напряжённости. Всё это представляет угрозу национальным экологическим интересам России, её национальной безопасности в целом. Однако всё же по достаточно широкому кругу параметров Россия относится к числу экологически благополучных стран планеты, является крупнейшей экологической державой. В силу этого важнейши-

ми отраслями российской специализации на мировом рынке должно стать производство экологически чистой продукции, оказание рекреационных и экологических услуг. Относительно скромная роль России в деградации биосферы и её огромный пространственно-экологический потенциал являются важными геополитическими факторами, которые необходимо использовать для упрочения международных позиций России. Роль этих факторов возрастает в связи с неизбежным усилением роли экологических аспектов в международных отношениях.

Обеспечение экологической безопасности России, как одного из ключевых условий выживания государства, предполагает смену существующих приоритетов на экологические приоритеты во всех аспектах государственной политики. Это возможно только при утверждении новой мировоззренческой доминанты в обществе, формировании экологической культуры, соответствующем изменении сознания людей, наличии системы ценностей общества в целом, понимании сути экологических проблем и ответственного участия каждого человека в их решении.

### *Контрольные вопросы и задания*

1. Почему Россия занимает особое положение в глобальных экологических процессах и является крупнейшим экологическим донором планеты?

2. Какие проблемы возникают на территории страны в связи с загрязнением атмосферы? Чем обусловлено выпадение загрязняющих веществ на территории России?

3. Охарактеризуйте проблемы России, связанные с использованием водных ресурсов.\*

4. Чем определяется степень устойчивости ландшафтов на территории России?

5. Какие экологические угрозы связаны с сокращением лесных площадей? Какова планетарно-экологическая роль российских лесов?\*

6. Что означает выражение «Поставками энергоресурсов на мировой рынок Россия оказывает существенную экологическую помощь зарубежным государствам»?\*

7. Какие источники потенциального риска имеют место на территории страны?\*

8. Что необходимо для обеспечения экологической безопасности России?

## Глава 4

### Территориальная организация общества. Типы заселения и хозяйственного освоения территории

#### 4.1. Понятие территориальной организации общества, её компоненты

*1. Понятие территориальной организации общества.* В настоящее время главная проблема человечества, от которой зависит судьба всей мировой цивилизации, – проблема взаимодействия природы и общества, или проблема «*природа – общество – человек*». География конструктивно занимается *территориальными аспектами* данной проблемы, то есть «территориальной (пространственной) организацией общественного бытия жизни общества».

Территориальная организация присуща всей живой и неживой природе. Она сопутствует человеку с момента его появления на Земле. На земной поверхности всё живое и неживое так или иначе организовано, т. е. имеет *обусловленное распределение*. Это размещение объектов природы и общества, их сложных сочетаний обусловлено природными и общественными законами (закономерностями). Территориальную организацию рассматривают двояко:

- как результат пространственного развития, определённое устройство;
- как деятельность по организации пространства, в которую постоянно вносятся какие-то изменения в силу природных и антропогенных процессов в распределение и природных, и человеческих элементов на поверхности Земли.

*Территориальная организация общества (ТОО)* представляет собой взаимообусловленное сочетание и функционирование системы расселения, хозяйства и природопользования, систем информации и жизнеобеспечения общества, административно-территориального устройства и управления. Это создание такой системы использования территории, которая позволяет людям оптимально расселяться на различных территориях, осваивать природные ресурсы, размещать населённые пункты, источники водоснабжения и питания, места производства орудий труда,

зоны отдыха, науки, культуры. ТОО – это соподчинённая система относительно социальной структуры общества, его социальной организации и жизни, она зависит от общественного строя, отличаясь тем самым от размещения. При изменении общественного строя происходит сохранение старого в размещении населённых пунктов, предприятий, путей сообщения, однако в ТОО преемственность сохраняется в гораздо меньшей степени, чем в развитии и размещении производительных сил.

**2. Компоненты территориальной организации общества.** Территориальная организация жизни общества – сложное образование, в котором можно выделить целый ряд более простых составных частей (компонентов). К компонентам ТОО относят:

- *размещение*, означающее локализацию («привязку к местности») на поверхности Земли различных объектов и их сетей в виде точек, линий, ареалов, это особенно чётко проявляется, когда речь идет о таких объектах, как сельские и городские поселения, линии транспортных коммуникаций, ареалы распространения сельскохозяйственных культур;

- *территориальные различия*, т. е. дифференциация, расчленение земной поверхности по качественным и количественным характеристикам, что проявляется во всех сферах жизни человеческого общества даже на небольших территориях (например, различия между городом и сельской местностью, окружающей город; различия в самом городе – между жилыми кварталами и промышленными зонами);

- *пространственные отношения объектов*, имеющие сложный характер и определяющие возможности их взаимовлияния и взаимодействия (например, в исследовании пространственных отношений того или иного региона обязательно учитывают возможности его взаимодействия с важнейшими экономическими центрами и районами);

- *пространственные (горизонтальные) связи* – это реализованные в жизни пространственные отношения, выражающиеся в потоках людей, энергии, информации; каждый человек ежедневно является непосредственным участником таких связей;

- *территориальные системы* – сложные образования, представляющие собой группы однородных (сходных по своей природе объектов), связанных определёнными пространственными связями (например, системы расселения регионов, которые включают связанные между собой городские и сельские поселения, это также могут быть, например, угольные бассейны с предприятиями по добыче полезных ископаемых и обслуживающими их другими производственными объектами).

**3. Понятие о территориальных ресурсах.** В современном понимании территория – не просто часть земной поверхности, занимающая определённую площадь. Это часть суши с определёнными природными, административными, политическими и иными границами, наполненная теми



или иными материальными вещами или явлениями, включая человека. Территория обладает *устойчивостью*, которая обуславливает её ёмкость. При исследовании территории получают информацию о её природных условиях, распространении природных ресурсов, расселении населения, размещении производства, о состоянии и пределах природопользования.

*Территория* – это своеобразное триединство природного ландшафта, населения и хозяйства. При этом *ландшафт* понимается как природная территория с географическим положением, определёнными границами и ресурсами. *Население* понимается как этнос, заселяющий ландшафт, и характеризуется определённой численностью, трудовыми ресурсами, навыками, половозрастным составом, плотностью, характером расселения. *Хозяйство* рассматривается как территориальный комплекс с географическим положением, производством и его размещением по территории, внутренними и внешними связями.

Одной из задач географии на современном этапе является *проектирование оптимальной ТОО* на основе:

- природно-ресурсного потенциала ландшафта (водный, агроклиматический, почвенный и др.);
- этнодемографического потенциала территории (национальный, трудоресурсный и др.);
- потенциала хозяйственного освоения территории (производственный, инфраструктурный и др.).

Элементами понятия «территориальные ресурсы» являются:

- *размер* (площадь) территории;
- *богатство* (ресурсы) территории, которое требует экономического подхода и комплексной оценки ресурсов (например, уделить внимание оценке агроклиматических ресурсов или ресурсов каменного угля на территории и т. д.);
- *устойчивость ландшафта*, который является природной базой территории, имеет способность сохранять свою структуру в пространстве и времени при изменяющихся условиях окружающей среды. При этом важно учитывать особенности ландшафтов данной территории, которые могут быть малоустойчивыми (легкоранимыми) к внешним воздействиям.

Размер территории вместе с богатством материальных ресурсов определяет её *экономическую ёмкость*, а с учётом устойчивости – *экологическую ёмкость*, т. е. предел возможного освоения того или иного ландшафта. По Тейлору, каждая территория имеет предел ёмкости согласно её природным свойствам (так, например, Тейлор в 1918 г. определил максимальную ёмкость Австралии – 30 млн человек, в настоящее время на материке проживает порядка 20 млн человек, т. е. предел ёмкости еще не достигнут). Сегодня предпринимаются попытки определить экологиче-

скую ёмкость всей биосферы Земли с точки зрения возможных пределов развития отраслей энергетики (теплоэнергетики и атомной энергетики), учитывая тепловые и другие выбросы в окружающую среду.

Общая характеристика территориальных ресурсов Земли с точки зрения возможностей расселения человека была дана *В. В. Покшишевским*. Он выделил четыре главные категории земель:

- пригодные для массового расселения без специальных инженерных мероприятий;
- пригодные для массового расселения, но с применением значительных инженерных мероприятий;
- пригодные для массового расселения, но характеризующиеся тяжёлыми условиями жизни, сохраняющимися даже при эффективных инженерных мероприятиях;
- непригодные для массового расселения земли.

В пределах каждого континента были проведены расчёты по географическим поясам. Эти расчёты показали, что первая категория земель занимает около 43 % суши, а четвертая – 27 %. Земли второй и третьей категории занимают 30 %, при этом на третью категорию приходится примерно 4 %. Учёными было введено понятие *эффективной территории страны*. Это часть территории страны, которая лежит вне пространства с экстремальными условиями. В первую пятерку стран по величине эффективной территории страны входят: Бразилия – 8,05 млн км<sup>2</sup>; США – 7,89 млн км<sup>2</sup>; Австралия – 7,68 млн км<sup>2</sup>; Китай – 5,95 млн км<sup>2</sup>; Россия – 5,51 млн км<sup>2</sup>.

**4. Экономическое пространство и его зонирование.** Территориальная организация общества находит конкретное выражение в формировании экономического пространства страны или региона. *Экономическое пространство* – это территория, которая может вмещать множество объектов и связей между ними: населённые пункты, промышленные предприятия, транспортные сети, рекреационные зоны. При этом каждый регион имеет своё внутреннее пространство и связи с внешним пространством.

Для оценки качества экономического пространства используются следующие характеристики:

- *плотность*, куда относят численность населения, природные ресурсы, основной капитал и т. д.;
- *размещение*, сюда относят показатели равномерности, концентрации, распределение населения и экономической деятельности;
- *связанность* – интенсивность экономических и иных связей между частями и элементами экономического пространства.

В экономическом пространстве представлены самые разнообразные формы территориальной организации хозяйства и расселения. Элементарным объектом можно считать *местность* (малая территория или

локалитет). Местность может быть представлена небольшим населённым пунктом, предприятием или учреждением. Локалитет может быть промышленным, транспортным и др. Локалитеты могут сочетаться и образовывать конкретные формы пространственной организации хозяйства и расселения. Например, при сочетании промышленных предприятий нескольких населённых пунктов вместе с их общими объектами производственной и социальной инфраструктуры, которые размещены на компактной территории, образуется *промышленный узел*. С промышленным узлом может сочетаться транспортный узел. Важным звеном экономического пространства является территориально-производственный комплекс.

В процессе освоения и использования экономического пространства выделяются характерные *зоны – волны*:

- зона экстенсивного информационного освоения, где ещё имеется возможность географических открытий, разведки минеральных ресурсов (например, океанский шельф, где ведётся добыча нефти);

- зона экстенсивного вещественного использования – добыча ресурсов без затрат труда на возобновление (например, добыча газа, горнопромышленный комплекс, применительно к отдельному человеку – это доступные земли, которые можно использовать для сбора ягод, охоты, прогулок);

- зона интенсивного вещественного использования – это производство, которое сочетается с утилизацией отходов, имеется возможность воспроизводства различных биологических ресурсов: рыбных, пушных, растительных и др. (это хорошо обжитые районы, в т. ч. сельскохозяйственные; применительно к одному человеку эта зона совпадает с пространством дачного участка, двора, квартиры);

- зона интенсивного информационного освоения – это обработка и расширенное воспроизводство информации, принятие решений, наука, проектирование, управление. Эта зона распределена по крупным городам. Если говорить об отдельном человеке, то для него это место постоянного жительства, где он принимает решения и осуществляет управление своей повседневной жизнью.

Таким образом, территориальная организация общества представляет собой создание такой системы использования территории, которая позволяет людям оптимально расселяться на различных территориях, осваивать природные ресурсы, размещать населённые пункты, источники водоснабжения и питания, зоны отдыха, науки, культуры. Компоненты ТОО – размещение, территориальные различия, пространственные отношения объектов, пространственные (горизонтальные) связи, территориальные системы. Территория – своеобразное триединство природного ландшафта, населения и хозяйства. Экономическое пространство – это территория, которая может вмещать множество объектов и связей меж-

ду ними; для оценки его качества используют такие характеристики, как плотность, размещение, связанность. Одной из задач географии на современном этапе является проектирование оптимальной ТОО.

### ***Контрольные вопросы и задания***

1. Раскройте содержание понятия «территориальная организация общества». Какие компоненты относятся к территориальной организации общества?

2. Раскройте содержание понятия «территория» как своеобразного триединства природного ландшафта, населения и хозяйства.

3. На чём основывается проектирование оптимальной ТОО?

4. Какие элементы входят в понятие «территориальные ресурсы»?

5. Что подразумевают под экологической и экономической ёмкостью территории? Какие категории земель, с точки зрения возможностей расселения, были выделены В. В. Покшишевским?\*

6. Что понимают под «экономическим пространством»? Какие характеристики используются для оценки качества экономического пространства?\*

7. Охарактеризуйте локалитет как одну из форм ТОО.\*

8. Перечислите зоны, выделяемые в процессе освоения и использования экономического пространства.\*

## **4.2. Система расселения как основа территориальной организации общества**

**1. Понятие системы расселения.** Территориальная организация общества – это, прежде всего, система расселения. В науке о расселении выделяют следующие основные части: теория, анализ и управление. Теория изучает сущность расселения как формы общественного бытия; отношения по поводу размещения и перемещения населения, формирование и развитие населённых пунктов и их систем; методы управления этими процессами; связь данной науки с другими науками; законы, закономерности и принципы расселения; его цель и задачи; методологию и методы исследований; классификацию, формы и виды расселения, его историю и т. д. Объектом анализа расселения являются: численность и плотность населения, в том числе и трудовых ресурсов; их структура и движение (количество, густота, людность, экономическая база, социальная инфраструктура, типология, расположение и хозяйственная значимость поселений, генезис, районирование, классификация и социально-экономическое состояние систем расселения, межселенные и внутриселенные связи и т. д.). Обобщение результатов анализа позволяет выработать пути и методы реализации научной концепции расселения, являющейся теоретической базой механизма

управления расселенческими процессами. Составными частями управления являются: планирование, прогнозирование, а также регулирование развития населённых мест и систем с помощью экономических, административных и других рычагов. Управление расселением должно осуществляться в неразрывной связи с планированием и прогнозированием развития и размещения производительных сил, учитывать динамику экономических, социальных и демографических процессов.

В широком смысле *расселение* – это взаимосвязь и взаимоположение населённых пунктов в пределах конкретной территории. Расселение населения изучается рядом наук, каждая из которых в зависимости от подхода рассматривает данный вопрос со своих позиций. Термин «расселение населения» имеет несколько значений. С одной стороны, он означает процесс распространения, перемещения населения, занятия им каких-то территорий. Данный подход характерен для историко-географических исследований конкретной территории за определённый период времени с выделением при этом различных этапов процесса заселения. С другой стороны, расселение – это результат заселения территории в виде образовавшейся и существующей в данное время территориальной совокупности населённых мест, находящейся всегда в процессе дальнейших изменений. По определению *С. А. Ковалёва*, расселение – совокупность населённых пунктов и других форм постоянного и временного проживания людей в пределах одной территории.

Населённый пункт – населённое место, первичная единица расселения людей в пределах земельного участка, где сосредотачиваются также материальные формы его обитания. По *Б. С. Хореву*, населённый пункт, поселение – это место концентрации социально-экономической деятельности населения и место расселения людей, служащее первичной социально-пространственной единицей и обычно имеющее географическое название. Таким образом, населённый пункт – это, чаще всего, совокупность жилищ и объектов приложения труда, предприятий, учреждений производственной и непроизводственной сферы. Населённые пункты могут иметь различные пространственные формы, величину, функциональное назначение, административный статус.

Поселения людей возникли ещё в глубокой древности, тогда же они приобрели свою первоначальную структуру. Развитие и совершенствование отдельных поселений привело к их территориальному сосуществованию, т. е. формированию сети поселений. В дальнейшем между поселениями возникают иерархические связи, основанные на соподчинении функций поселений разных рангов. При этом сеть поселений достигает более высокого уровня развития и рассматривается уже как система расселения.

Под *системой расселения* понимают территориальное сочетание поселений, между которыми существует более или менее чёткое распределение функций, производственные и социальные связи. Переход от сети к системе расселения – качественный скачок в территориальной ор-

ганизации жизни общества. Система расселения отличается динамикой, являясь при этом сложной, открытой, саморазвивающейся геосистемой, обладающей целостностью, структурой, относительной автономностью. Понятие динамики системы расселения включает в себя происхождение и этапы её развития, поэтому при изучении систем расселения учитывают исторические особенности их развития. Её целостность определяется территориальной структурой, характеризующейся совокупностью устойчивых связей между элементами. Поэтому при изучении систем расселения необходимо выявить многочисленные связи, существующие между населёнными пунктами (производственные, организационно-хозяйственные, административные и др. связи).

**2. Формирование систем расселения** происходит под влиянием многих факторов, главным из которых является производство. Между территориальными системами производства и расселения существует тесная взаимосвязь и взаимообусловленность, определяемые развитием хозяйственного комплекса, района, страны. Возникшая под влиянием тех или иных экономических факторов система населённых пунктов сама становится одним из основных факторов, влияющих на развитие и размещение новых промышленных предприятий, а через них и на территориальные производственные комплексы.

Взаимосвязь территориальных производственных комплексов и систем расселения обусловлена двойной ролью города в социально-экономическом развитии общества. Город – место концентрации промышленного производства и населения с обслуживающей его непромышленной сферой. В хозяйственном отношении развитые города становятся опорными центрами территориальных систем производства, а в расселении играют роль центров, складывающихся систем населённых пунктов. Имея большое районообразующее значение, они активно влияют на процесс формирования промышленных районов различных рангов.

Самое важное влияние на формирование систем расселения оказывают комплексные транспортные узлы, в которых сосредоточены узлы железнодорожного, автомобильного, авиационного транспорта, речные или морские порты. Такие узлы часто имеют региональное системообразующее значение. Узлы такого типа складываются обычно в крупных региональных центрах, некоторых областных и транспортных центрах, обслуживающих курортные зоны.

Также нельзя недооценивать градо- и системообразующее значение научных учреждений и учебных заведений. На их базе возникают посёлки городского типа и города, а в крупных городах формируются научные центры. Между городами устанавливается новый вид связей, приобретающих важное системообразующее значение.

Научно-производственные центры создают в окрестностях крупных городов, имеющих развитые промышленные и научные функции. В этих

центрах размещаются технические научно-исследовательские институты или их филиалы, крупные конструкторские бюро, опытные производства. Прикладные исследования здесь тесно связаны с внедрением образцов новой техники. Системообразующая роль научных связей проявляется в межрайонных локальных, областных и региональных системах.

Огромную роль в формировании систем расселения играют курортные местности и санаторно-оздоровительные учреждения. Этот своеобразный вид освоения наиболее благоприятных в природно-климатическом отношении районов способствует возникновению как отдельных городских поселений, так и их групп, представляющих собой локальные системы расселения, имеющие определённое функциональное значение.

Для формирования систем расселения существенное значение имеет рациональное территориальное комплексирование лечебно-оздоровительных учреждений, учреждений и предприятий общекурортного обслуживания с учётом местных условий и лечебных курортных ресурсов. Осуществление этого принципа должно быть тесно связано со структурой территориальной организации курортных местностей. Развитие городских поселений на базе учреждений курортно-оздоровительной подзоны усиливает формирование урбанизированных районов.

Системы расселения разделяют на локальные и региональные. *Локальная система* представляет собой расположенную в пределах компактной территории сеть поселений, объединённых производственными связями, системой обслуживания, транспортной сетью. Это контактная территория, сложившаяся вокруг экономических и социальных центров. В рамках этой системы возможно ежедневное общение населения. *Региональная система* расселения занимает более высокий иерархический уровень и формируется в рамках области, края, республики, крупного экономического района. Также системы могут охватывать и значительные неконтактные территории.

Расселение не может рассматриваться в отрыве от общественного производства, поскольку она – часть более широкой хозяйственной системы. На каждом этапе развития производительных сил расселение адекватно их территориальной организации. Таким образом, главную роль в формировании системы расселения играют социально-экономические отношения, и смена этих отношений влечёт за собой неизбежные изменения в системе расселения.

Вместе с тем, природные качества территории на начальных этапах экономического развития также предопределили размещение населения и специализацию его хозяйства. В настоящее время влияние природы на человеческую популяцию продолжает оставаться высоким. Природные катастрофы изменяют ландшафты, заставляя человека изменять свою хозяйственную деятельность и приспособляться к новым условиям.

**3. Размещение населения Земли.** Население по территории Земли размещено крайне неравномерно. В восточном полушарии сосредоточено больше населения (около 86 %) по сравнению с западным, а в северном полушарии больше, чем в южном, где проживает лишь 10 % населения планеты. 60 % населения проживает в умеренном поясе Северного полушария. Однако, несмотря на кажущуюся хаотичность размещения населения, существуют жёсткие закономерности, обусловленные как природными характеристиками, так и уровнем социально-экономического развития территории. Первые ареалы с высокой плотностью населения размещались в районах с наиболее благоприятными агроклиматическими условиями: тёплым климатом, длительным вегетационным периодом, плодородными почвами, достаточным режимом увлажнения. Поэтому наиболее развитые человеческие цивилизации существовали именно в плодородных долинах Янцзы и Хуанхэ, в междуречье Тигра и Евфрата, в нижнем течении Нила. До настоящего времени эти регионы имеют максимально высокую плотность населения. Высокая плотность отмечается также на территориях с богатыми агроклиматическими ресурсами и преимущественно сельскохозяйственной специализацией экономики.

Географическое положение и характер рельефа обусловили сосредоточение населения в приморских районах. В 200 км от прибрежной полосы сосредоточено около 53 % населения мира. Наибольшая часть населения сосредоточена на равнинах и возвышенностях до 500 м над уровнем моря, здесь проживает 4/5 населения мира.

Относительно высокая плотность населения на океанических побережьях Америки и Африки связана также с историей европейской колонизации этих территорий. В XVII–XX вв. появление новых ареалов с высокой плотностью населения было связано с развитием промышленности. Концентрация людей происходила там, где имелось наиболее удачное сочетание природных ресурсов – каменного угля и железной руды, обеспечивавших создание новых отраслей промышленности – чёрной металлургии и машиностроения. Сейчас их называют «старыми» промышленными районами (Рур, Донбасс, Урал и др.). До сих пор здесь наблюдается высокая плотность населения.

Низкая плотность населения характерна обычно для районов с экстремальными природными условиями. Основным фактором, препятствующим концентрации населения в аридных районах, является недостаток увлажнения, в высокогорьях – низкие температуры воздуха, в зоне экваториальных лесов – высокая влажность, низкое естественное плодородие, эрозия почв. Высокая плотность населения в уже освоенных районах «вытесняет» население в другие природные зоны, что часто ведёт к негативным последствиям экологического, а иногда и политического характера.



**4. Формы и типы расселения.** Различают расселение кочевого и оседлого населения. *Кочевничество* – это определённая форма расселения, отражающая специфический хозяйственный быт. Это наиболее древняя форма расселения, связанная с экстенсивными видами хозяйства. В настоящее время в чистом виде кочевничество сохранилось в полосе пустынь и полупустынь Центральной Азии и Северной Африки. Кочевое население этих районов занято разведением верблюдов, лошадей. Другая основа подобного типа хозяйства – сезонное использование пастбищ. Общая численность кочевников в наши дни не превышает 15 млн человек. У них нет постоянных населённых пунктов, имеются лишь временные стоянки. К кочевникам по типу своего хозяйства примыкают незначительные по численности группы полуоседлых жителей тундровой и лесотундровой зоны, занимающиеся оленеводством. В отличие от кочевников эти народы проживают в постоянных населённых пунктах, размещённых обычно на половине пути перекочевков.

Среди *оседлого населения* выделяют две главные формы расселения:

- дисперсное (рассеянное);
- групповое.

*Дисперсное* расселение распространено в странах с фермерским сельским хозяйством и представлено отдельными дворами – усадьбами с жилым домом и служебными помещениями фермера, рассеянными более или менее равномерно между пашнями, пастбищами и сенокосами.

*Групповое* расселение представлено сельскими населёнными пунктами и городами разной величины или скоплениями – агломерациями. При групповом расселении люди собраны в группы разной величины. Исторически расселение состоит из двух форм: сельское расселение и городское, которые различаются между собой по форме производства и по типу культуры. Однако некоторыми авторами выделяется четыре формы расселения: временное поселение (дачные посёлки, вахтовые поселения, охотничьи посёлки и др.); сельское, соответствующее уровню аграрного общества; города и городские посёлки соответствуют уровню индустриального общества; урбанизированные пространства и пригородные зоны соответствуют уровню постиндустриального общества.

*Сельское расселение* – преобладающая форма во многих странах мира – Китае, Индии, африканских и латиноамериканских странах. Основная часть населения занята земледелием и животноводством. Размеры сельских населённых пунктов сильно варьируют в зависимости от специализации и уровня интенсивности сельского хозяйства, природных условий. В странах Европы и в Японии сочетаются давно возникшие крупные деревни и посёлки (групповая форма) и одиночные дома (рассеянная форма). К этому добавляются дачные и курортные поселки, загородные виллы состоятельных людей. Большая часть сельского населения западно-европей-

ских стран занята не в сельском хозяйстве. Типичными стали маятниковые миграции – ежедневные поездки в город на работу и на учёбу. К сельским поселениям относятся населённые пункты, не имеющие городского статуса. В большинстве сельских поселений жители заняты преимущественно сельским хозяйством, вместе с тем по производственному признаку все сельские поселения можно разделить на три типа:

- сельскохозяйственные (населённые пункты, жители которых преимущественно заняты сельскохозяйственным трудом);
- несельскохозяйственные (населённые пункты, жители которых заняты вне сферы сельского хозяйства; это небольшие промышленные, транспортные, лесохозяйственные и др. посёлки);
- со смешанными функциями (агроиндустриальные), занимающие по своим функциям промежуточное положение между первой и второй группами; они формируются на основе развития в сельской местности промышленности, в первую очередь перерабатывающей сельскохозяйственное сырьё.

По численности населения сельские населённые пункты делят на такие типы:

- менее 1000 человек – мелкие;
- 1000–2000 человек – малые;
- 2000–5000 человек – средние;
- более 5000 человек – крупные.

В зависимости от размещения сельского поселения относительно природных объектов, можно выделить семь и более типов поселений: долинный, водораздельный, приозёрный, прилиманный, горный, низинный, околоречной и др.

Поскольку различия в использовании земельных угодий и специализация сельского хозяйства тесно связаны с зональными особенностями природных условий, то распространены различные *производственные типы* сельского расселения. Так, оленеводческое хозяйство в зоне тундры сегодня опирается на сравнительно крупные посёлки, образующие разрежённую сеть. Морская охота и рыболовство в той же зоне привели к созданию цепочек постоянных посёлков. Для таёжно-промыслового хозяйства, в основе которого лежат охота, речное и озёрное рыболовство, нужны небольшие и средние поселения, расположенные по берегам рек и озёр. Преимущественно земледельческое расселение создало несколько зональных производственных типов. На севере лесной зоны полосы пашни образуют редкие вкрапления в долинах рек и на берегах озёр, где концентрируются сельские поселения, создавая очаги заселения среди лесных пространств, гарей, болот. Это поселения гнездово-полосного расположения. Преобладающий производственный тип сельского расселения в основной чернозёмной земледельческой полосе, в лесостепной и

степной зонах определяется высокой распаханностью территории. Здесь преобладают большие сельские поселения в долинах рек, иногда образуя многокилометровые цепочки поселений. Особые производственные типы расселения характерны для южных районов с интенсивным трудоёмким земледелием, которое основывается на поливном хозяйстве, возделывании табака, садоводстве, виноградарстве. Здесь есть условия для существования крупных и очень крупных сельских поселений, создания их густой сети, «рисунка» которой часто определяется построением ирригационной системы. В пустынных и полупустынных районах основной производственный тип сельского расселения связан с отгонно-пастбищным животноводческим хозяйством. Для него характерна крайне разреженная сеть сравнительно крупных базовых посёлков. В горных районах в связи с горным земледелием появились крупные села, аулы. Это селения-крепости и сплошные застройки аулов. Такой облик сложился под влиянием исторических факторов и этнических традиций. Такие сёла – база для горного животноводства, но для его нужд возникают ещё и многочисленные сезонные летние пункты на высокогорных пастбищах. В горах существуют также горнопромышленные поселения.

Сельские поселения образуют территориальные системы разного уровня. К первичной системе относятся все поселения одного крупного хозяйства, имеющие тесные связи с его центральным посёлком, развивающиеся по общему плану и обслуживающие различные «цеха» одного крупного сельскохозяйственного предприятия. Более крупную систему образуют поселения группы хозяйств или ферм, тяготеющие или к определённому местному центру переработки их продукции (например, к сахарному заводу) или к транспортному узлу. Большинство таких центров представляют собой аграрно-промышленные поселения. В настоящее время значительная часть человечества проживает в сельской местности, однако города играют ведущую роль в экономической, политической и культурной жизни народов, причём их значение продолжает расти.

*Городское групповое расселение* стало складываться с отделением торговли и ремёсел от земледелия и скотоводства. Место приложения труда горожанина и его местожительство находятся в одном и том же населённом пункте. Неземледельческие виды труда позволили концентрировать население на ограниченной территории. Изменилась связь города с окружающей местностью. *Городом* называют крупные поселения с преимущественно несельскохозяйственными функциями.

Самые древние города возникли в Древнерусском государстве. В скандинавских сагах Древняя Русь называлась Гардарикой – Страной городов (в ней насчитывалось около 300 городов). Русские средневековые города были центрами управления территории, военными крепостями, местами сосредоточения аристократии, идеологическими и культурными

ми центрами. В них под защитой крепостей разрастались торгово-ремесленные посады. Наиболее значительные города – Новгород, Смоленск, Тверь, Рязань, Владимир. В XIII в. в результате монголо-татарского нашествия были разрушены сотни городов, их жители погибли, уведены в плен, проданы в рабство. Около трети ранее существовавших городов не смогли возродиться, что сильно затормозило развитие Руси. Преодоление политической раздробленности и объединение русских земель под главенством Москвы положило начало формированию централизованного Русского государства. Его территория расширялась под защитой городов, которые сооружались на оборонительных линиях. В XVIII в. сильное воздействие на формирование сети городов оказали реформы административно-территориального деления. Центры, возглавлявшие губернии, области, уезды, назначались из числа городов, а при недостатке или непригодности последних образовывались из сельских поселений, получивших статус города. Тяжёлая промышленность, развивавшаяся на крепостнической основе, создала предпосылки для возникновения будущих городов – поселений при железоделательных и медеплавильных заводах на Урале, Алтае, Забайкалье. Текстильная промышленность породила фабричные сёла, особенно многочисленные в центральной части Европейской России.

Важнейшим фактором, повлиявшим на состав и размещение городов, со 2-й половины XIX в. стало строительство железных дорог. Многие пристанционные посёлки в дальнейшем превратились в города. В части старых городов, через которые прошла железная дорога (Тверь, Кострома и др.), начала развиваться крупная промышленность. Другие города (Владимир, Смоленск, Калуга и др.) остались преимущественно административно-торговыми центрами. К началу XX в. С.-Петербург и Москва вошли в число немногих тогда в мире городов-миллионеров.

В начале XX в. Россия была страной уездных городов. Типичный уездный город с численностью населения 5–10 тысяч жителей представлял собой административно-торговый центр с двумя – тремя ежегодными ярмарками, еженедельными базарами, мелкой промышленностью, работающей на местном сырье, с устоявшимся бытом и традициями, немногочисленной интеллигенцией, которую составляли учителя, врачи, чиновники, иногда ссыльные.

В конце XX в. структура городов радикально изменилась. К 2000 г. большие города по численности населения в 2–3 раза превосходили все остальные города, вместе взятые. Малые города по-прежнему преобладают, составляя около 70 % от общего числа городов. Они выполняют важные и разнообразные функции. Среди них – наукограды, центры энергетики, транспортные узлы и др. Главный качественный сдвиг в XX в. – увеличение числа и приоритетный рост больших городов. Большие горо-

да – индикаторы урбанизации, выразители уровня её зрелости. Несмотря на значительное число больших городов-новостроек, наиболее активно социально-экономическое развитие в XX в. происходило в старых традиционных центрах, ставших точками роста благодаря выгодам экономико-географического положения. Сегодня население России всё активнее сосредотачивается в больших городах.

*Город – один из видов социально-экономических систем.* Однако нет единого точного качественного критерия городского поселения для всего мира. Этот критерий колеблется от 200 человек в Исландии до 20–30 тыс. человек в Нидерландах и Японии. В России с 1957 г. городами считаются поселения, имеющие не менее 12 тыс. жителей при наличии в их составе не менее 85 % рабочих и служащих. При этом также во внимание принимают административное значение данного пункта, перспективы его развития, благоустройство, развитие сети социально-культурных учреждений. Город всегда играл ведущую роль по отношению к деревне как экономический, политический и культурный центр.

Территориальную организацию города определяют природные условия, характер, масштаб градообразующих функций и определяемая ими численность населения. Для оценки природных условий развития городов важен их перспективный экономико-географический прогноз. Например, в зоне действия крупных комплексов металлургии и химии, сильно загрязняющих атмосферу, особому учёту подлежат условия защиты воздушного бассейна. *Сеть городов* рассматривается в географии исторически как целостная совокупность взаимосвязанных городских поселений, различных по генезису, размерам, производственному профилю. Её основные признаки – размер, густота, степень разрежения или сосредоточения городских поселений.

Все города связаны между собой и, прежде всего, экономически, т. к. общественное разделение труда, в которое каждый город вносит свою долю участия, предполагает широкий обмен результатами их деятельности. Одни города принимают участие в разделении труда главным образом как экономические (производственные) центры, другие – как административно-культурные, научные, учебные, оздоровительные; в сочетании друг с другом они представляют собой единую систему городов, формирующихся на базе территориально-производственного комплекса всей страны. Основными направлениями в классификации городских поселений можно считать классификации по величине (численности населения, т. е. людности); функциям; экономико-географическому положению (ЭПГ); историко-генетическому происхождению (генезису). По преобладанию и сочетанию различных функций можно выделить следующие типы городов:

- полифункциональные;

- промышленные;
- транспортные;
- промышленно-транспортные;
- транспортно-промышленные;
- новостройки:
- рекреационно-оздоровительные центры;
- научные центры;
- города без чётко выраженной функциональной доминанты.

Посёлки городского типа (ПГТ) подразделяются на три основные группы: рабочие, курортные, дачные. Численность населения *рабочих посёлков* должна составлять не менее 3 тыс. жителей, среди которых не менее 85 % должно быть рабочих и служащих. В некоторых случаях к таким посёлкам относятся поселения, имеющие менее 3 тыс. жителей. Это посёлки при особо важных стройках, посёлки в районах Крайнего Севера, Дальнего Востока. В *курортных посёлках* проживает не менее 2 тыс. жителей. Количество приезжающих ежегодно для лечения и отдыха в эти посёлки должно составлять не менее 50 % постоянного населения. *Дачные посёлки* – населённые пункты, являющиеся местами летнего отдыха горожан, в которых не более 25 % взрослого населения постоянно занято сельским хозяйством.

В последние десятилетия возникла новая форма группового расселения – *агломерация*. Агломерация играет существенную роль в экономическом пространстве и представляет собой территориальное образование, объединяющее промышленные и транспортные узлы, города и др. В агломерациях наблюдается большая концентрация различных отраслей промышленности, объектов непроемственной сферы, населения. Обычно в агломерациях проживает преобладающая часть населения страны или региона, там же сосредоточены и основные производства, учреждения науки, культуры и т. д. Агломерацию считают наиболее эффективной формой расселения. Крупнейшие агломерации и соединяющие их транспортные коммуникации формируют так называемый *опорный каркас расселения*.

**5. Современные тенденции в расселении.** В современном расселении существует три тенденции: урбанизация, субурбанизация, рурализация.

Одним из важнейших глобальных процессов современного мира является *урбанизация* – исторический процесс повышения роли городов в развитии общества и повышения удельного веса городского населения, со степенью концентрации жителей в больших и сверхбольших городах, а также с возникновением более сложных сетей и систем городов, распространением городского образа жизни. Для большинства стран мира характерны следующие черты урбанизации:

- быстрые темпы роста городского населения;
- концентрация населения и хозяйства в больших городах;
- переход от компактного (точечного) города к городской агломерации.

*Субурбанизация* – выезд населения в пригородные зоны.

*Рурализация* – миграция населения в сельские поселения.

Высшим звеном процесса урбанизации стали *мегалополисы* (мегаполисы) – гигантские скопления агломераций и городов, слившихся друг с другом. Примером может служить мегалополис Бостон-Вашингтон (Босваш) с населением около 40 млн человек. В Японии на Тихоокеанском побережье сложился более крупный мегалополис – Японский с населением 60 млн человек. В развивающихся странах урбанизация приобрела стремительный характер. Выше всего доля городского населения в Латинской Америке – 2/3 населения региона. Безземелье и отсутствие работы в сельской местности «выталкивает» миллионы людей в город. Особый характер имеет урбанизация в нефтедобывающих странах Ближнего Востока. На базе высоких доходов от экспорта нефти и быстрой индустриализации здесь выросли города с хорошими современными условиями жизни для коренного населения (например, городское население Объединённых Арабских Эмиратов достигло 80 %, Катара – 87 %, Кувейта – 90 %). Вместе с тем, на сегодняшний день в экологической географии расселение рассматривается как субъект экологического «давления». Крупные города и их агломерации являются местами концентрации преобладающей части наиболее вредных для окружающей среды воздействий, крупнейшими транспортными узлами и местами сосредоточения значительной части населения большинства регионов, а потому – наиболее явными объектами ухудшения экологической ситуации.

Характер расселения людей, система поселений непрерывно развиваются и усложняются в процессе развития человеческого общества. Каждой общественной формации и уровню развития производительных сил свойственны свои особенности расселения.

### ***Контрольные вопросы и задания***

1. Какие составные части выделяют в науке о расселении? Что является объектом анализа расселения?
2. Раскройте содержание понятий «расселение населения» и «населённый пункт».
3. Что включает в себя понятие «динамика системы расселения»?
4. Какие факторы оказывают влияние на формирование системы расселения?
5. Что представляют собой локальные и региональные системы расселения?

6. Почему наиболее развитые человеческие цивилизации существовали на территориях с благоприятными климатическими условиями? С чем связана относительно высокая плотность населения на океанических побережьях?

7. Какие районы земного шара отличаются низкой плотностью населения? Почему?

8. Охарактеризуйте кочевничество как форму расселения. С чем связано существование данной формы? В каких районах земного шара продолжает сохраняться данная форма расселения?\*

9. Охарактеризуйте дисперсное и групповое расселение как формы оседлого расселения.\*

10. Какие населённые пункты относятся к сельским? На какие типы подразделяют сельские населённые пункты по производственному признаку? По численности населения? В зависимости от размещения относительно природных объектов?\*

11. Охарактеризуйте производственные типы сельского расселения.\*

12. Какие факторы влияли на размещение, структуру и роль городов в разные исторические периоды?

13. Раскройте содержание понятий «город» и «сеть городов».\*

14. Какие факторы определяют территориальную организацию города?\*

15. По каким направлениям классифицируют города?\*

16. Перечислите типы поселков городского типа.\*

17. Раскройте содержание понятия «агломерация».\*

18. Какие тенденции характерны для современного расселения?

19. Раскройте содержание понятия «мегалополис» (мегаполис), «субурбанизация», «рурлизация». Почему мегалополис – высшее звено урбанизации?

### **4.3. Хозяйственное освоение территории**

**1. Предпосылки освоения территории.** Расширение человеческих потребностей в связи с развитием общества находит своё выражение в дальнейшем освоении человеком территории. Оно осуществляется при посредстве производительных сил, среди которых качественно новым их видом становится территория в качестве носителя постоянного обмена веществ между человеком и природой. Территория – это объект изучения многих наук, каждая из которых изучает определённую структуру отношений её компонентов и имеет различные концепции изменения структуры территории под воздействием человека. Эти концепции связаны между собой, основу этой взаимосвязи составляет материальное единство процесса освоения географической оболочки человеком.



Территория находит непосредственное воплощение своего содержания в территориальной организации производительных сил общества. В производительных силах территория отражается как всеобщее средство производства. В производственных отношениях отражение территории происходит в форме территориального и общественного разделения труда, которые между собой органически взаимосвязаны.

Процесс освоения территории, т. е. организация производства и всей жизнедеятельности человека, осуществляется в единстве теоретической и практической форм. Теоретическое освоение представляет собой процесс приобретения и развития знаний о территории. Теоретической форме освоения соответствует практическая форма. Её особенность заключается в возникновении на новом месте эффекта взаимодействия природы и общества.

Под *освоением территории* понимается процесс вовлечения её ресурсов в общественное производство или включение в экономику страны новых площадей, которые «захватываются» отдельными отраслями или межотраслевыми комплексами. Исходя из этого, форма, скорость и методы процесса освоения в основном определяются характеристиками ресурсов и пространства, в пределах которого они расположены. Освоение обычно ведёт за собой всестороннее социально-экономическое развитие территории, однако в отдельных случаях может остановиться на стадии извлечения и первичной обработки ресурсов. Уровень возможного социально-экономического развития территории освоения в этом случае зависит от её хозяйственного потенциала, определяемого количеством и разнообразием ресурсов, их востребованностью и доступностью.

Освоение территории можно рассматривать как приобретение территории в своё пользование, её изучение и использование или как общественный процесс, состоящий в последовательной смене состояния осваиваемой территории. Освоение можно рассматривать и как целенаправленный процесс управления развитием территории, который в этом случае имеет определённые цели и задачи, спланированные и реализованные мероприятия и разработанную систему оценки результативности освоения, т. е. включает план (стратегия, программа). В качестве координатора здесь выступает государство. Освоение может подразумевать не только овладение и внедрение в хозяйственный оборот ресурсов ранее не осваиваемой территории. Под освоением в широком смысле можно понимать процесс преобразования территории в соответствии с современными экономическими и социальными потребностями общества. Тогда это процесс усовершенствования различных параметров территории для более эффективного ведения хозяйственной деятельности и более комфортного проживания населения. Процесс освоения территории может начаться и без непосредственного вмешательства государства. При этом исходят из

объективных причин экономического или социального характера. Вместе с тем на определённом этапе государство всё равно предпринимает меры по регулированию данного процесса.

К *предпосылкам освоения территории* можно отнести:

- хозяйственный потенциал (ресурсы);
- экономико-географическое положение территории;
- природно-климатические условия, которые определяют условия жизнедеятельности населения;
- уровень социально-экономического, политического и технологического развития территории;
- уровень социальной ответственности общества (общество должно иметь представление о природопользовании – рациональном и нерациональном, его социальных и экономических последствиях);
- внешние факторы (например, в случае военной угрозы уже освоенным территориям начинают осваивать неосвоенные).

Если названные предпосылки работают одновременно, то процесс освоения территории приобретает объективный или естественно-обусловленный характер. В случае, если наблюдается отсутствие какой-либо из предпосылок, говорят об инициированном освоении территории.

Не все ресурсы, которыми обладает та или иная территория, предназначены для освоения. Процесс освоения новых территорий начинается тогда, когда, несмотря на удорожающие факторы на этапе освоения, ожидаемая производительность труда на данных территориях превосходит или соответствует производительности обжитых освоенных территорий, или освоение происходит в силу необходимости, т. к. экономические потери от недостатка какого-либо ресурса оказываются значительно более дополнителных затрат для его получения в неосвоенном районе.

От характеристик ресурсов зависит хозяйственный потенциал территории, что определяет модель и скорость её освоения. Его оценка в свою очередь зависит от уровня научно-технического прогресса, который влияет на доступность ресурсов.

Традиционно *ресурсы* определяют как совокупность материальных и нематериальных факторов и средств, обеспечивающих функционирование и бесперебойный процесс общественного производства и воспроизводства. Выделяют природные (сырьевые, географические) и экономические (трудовые, капитальные, оборотные средства, финансовый капитал, предпринимательские способности; интеллектуальный потенциал и др.). Природные ресурсы становятся экономическими, если в конкретный момент времени их необходимо вовлечь в хозяйственный оборот.

**2. Цели и модели освоения территории.** Уровень экономического развития территории определяется моделью её освоения. *Цели освоения* также влияют на формы и протекание данного процесса. Они могут подразделяться на:

- *политические* (закрепление государственного присутствия на определённых территориях);
- *экономические* (вовлечение ресурсов территории в экономический оборот страны);
- *социальные* (решение вопросов заселённости территории, занятости, социального обеспечения населения).

Существуют следующие *теоретические модели освоения* территории:

- *хозяйственная*, подразумевающая преобразование нового территориального пространства, его обустройства с целью постоянного проживания на ней населения; представляет собой процесс, в котором производство и потребление осуществляются на одной территории; модель предполагает, что население будет проживать на осваиваемой территории в течение длительного времени, что определяет рациональное использование ресурсов, их воспроизводство в ходе эксплуатации;

- *колониальная*, сопровождающаяся экспортом культуры колонизаторов; модель применяется в отношении территориальных пространств, уже частично освоенных местным населением, и представляющих политический и/или экономический интерес для страны-колонизатора; активное заселение и развитие происходит по образу страны-интервента;

- *производственная* (освоение территории для потребления ресурсов), сопровождающаяся созданием временных поселений, которые специализируются на разработке и/или эксплуатации нового ресурса; процесс производственного освоения, который не подкреплён экономическими или политическими предпосылками для развития данной территории, может стать конечным и привести к экологическим, экономическим и другим проблемам);

- *экономическая*, связанная с получением дополнительной выгоды от жизнедеятельности на осваиваемой территории; может соединяться в единый процесс освоения с производственной моделью, что может привести к негативным последствиям, либо с хозяйственной моделью, что обеспечит устойчивое развитие территории во времени и в пространстве.

В зависимости от модели освоения определяется форма организации осваиваемой территории, которая обеспечит либо наиболее эффективное освоение ресурсов, либо комплексное развитие территории, возможно, и то и другое. *Территориальная организация* – это создание такой системы использования территории, при которой процесс освоения и распределения производительных сил сопровождается адекватным заселением, размещением населённых пунктов и созданием социальной

инфраструктуры в соответствии с природным, социальным, экономическим и экологическим потенциалом территории. Чаще всего форма территориальной организации зависит от специфики размещения хозяйства территории и населения, которая сформировалась под воздействием доминирующей отрасли рыночной специализации, транспортной доступности территории и её природно-климатических условий. Если для тех или иных осваиваемых территорий характерны суровые природные условия, слабая заселённость и транспортная изолированность, то весьма часто они начинают своё развитие как сырьевые, где рентабельно осваивать можно только такие источники сырья, которые могут обеспечить получение ренты, размер которой должен быть достаточно большим для перекрытия влияния отрицательных факторов. Сеть предприятий на такой территории приобретает рассредоточенный, очаговый характер, на базе их образуются узкоспециализированные «ресурсные города (центры)»:

- центры добычи и переработки руд металлов и неметаллического ископаемого сырья;
- центры добычи и переработки угля, нефти и газа;
- центры лесной и пищевой промышленности;
- центры электроэнергетики;
- транспортные центры;
- военные и научные центры;
- торгово-распределительные и административные центры.

В территориальной организации осваиваемой территории выделяют три основных функциональных зоны:

- зоны опорного расселения в районах с благоприятными климатическими условиями, вблизи осваиваемой территории или территории сбыта, где согласно социально-экономическим предпосылкам возможно комплексное развитие промышленности и создание крупных городских поселений;
- зоны стабильного расселения вдоль коридоров коммуникаций (например, территориальная организация зоны Байкало-Амурской магистрали);
- зоны мобильного расселения в климатически неблагоприятных районах с населёнными пунктами сменного персонала, осваивающего месторождения.

Существует два основных варианта организации пространства:

- *внешнее освоение* (экспедиционный метод освоения): базовый населённый пункт для постоянного проживания населения в наиболее комфортной с точки зрения природно-климатических условий и доступности зоне, имеющий назначение связи осваиваемой и осваиваемой тер-

риторий, для обслуживания отраслей специализации и административного управления; доставка сменного персонала из осваиваемой территории в данное поселение и распределение его по вахтенным посёлкам;

- *внутреннее централизованное (или рассредоточенное) освоение*, куда входит один (или несколько) опорных центров вблизи осваиваемых месторождений для постоянного проживания населения и сменного персонала, работающего в вахтовых посёлках.

При этом, чем менее благоприятны природно-климатические, экономико-географические, социально-демографические условия осваиваемой территории, тем дороже обходится содержание базовых населённых пунктов и постоянного населения. При внутреннем типе организации пространства осваиваемой территории какие-либо социально-экономические связи между опорными центрами отсутствуют. Это связано с тем, что в основном все центры, как правило, оказываются на первой ступени производственного цикла, что не позволяет им кооперироваться по вертикали. Все исключения из этого правила связаны с организацией первичных отраслей обрабатывающей промышленности. Данный вариант организации пространства подходит для тех территорий, которые кроме комфортных природно-климатических условий обладают определённым хозяйственным потенциалом (ресурсами), способным обеспечить занятость как работников вахтовых посёлков, так и постоянного населения, проживающего в опорных городах. Подобный вариант используется также в случае, когда территория не обладает базовым поселением, и его создание нецелесообразно для экономики страны. Исследования учёных-географов показывают, что наименее затратный способ освоения территории при организации пространства – в виде одного базового поселения с вахтами на месторождениях.

Государственная политика в отношении осваиваемых территорий зависит от стадии экономического развития страны. Степень участия государства в освоении территории может зависеть и от того, насколько являются ресурсы территории важными для экономики (в т. ч. стратегически важными), от начального уровня развития осваиваемой территории, когда решается вопрос о том, могут ли ресурсы, предназначенные для добычи и использования, быть освоены без участия государства (вопросы информированности, доступности, инфраструктуры, заселённости и т. д.).

Результатом процесса освоения территории является её *освоенность*. Оценка хозяйственной освоенности чаще всего основывается на одном или нескольких показателях общеэкономического, социально-демографического или инфраструктурного характера (плотность населения, плотность основных фондов, коэффициент урбанизированности, уровень развития транспортной сети и т. д.). Существуют оценки, которые отходят от использования чисто статистических формальных показателей,

связывая возможный уровень освоенности территории с её хозяйственным потенциалом и с характером его использования в процессе освоения. Однако чтобы дать оценку освоенности территории по характеру её использования, необходимо с самого начала знать, какой она должна быть и как может быть использована. Поэтому процессу освоения должны предшествовать комплексные исследования о месте и роли территории в экономике страны, о возможностях вовлечения её в хозяйственный оборот, долгосрочные прогнозы основных направлений и параметров социально-экономического развития каждой территории в отдельности.

**3. Процесс освоения территории.** Исходным моментом освоения территории является определённое начальное состояние энерго– и массообмена. При определённых условиях, к которым относятся, в том числе, знания об этой осваиваемой территории (её теоретическая освоенность) и наличие потребности в её ресурсах, определяемой сложившимся разделением труда, у общества возникает экономический интерес к данному объекту. В этом заключается *первый этап* освоения любой территории, хотя непосредственно в её структуре на этом этапе ничего не изменяется. Важным моментом формирования экономического интереса является то, что территория становится потребительной стоимостью для общества. На этой стадии территория может рассматриваться как специфический комплексный ресурс – носитель нескольких сочетающихся либо альтернативных ресурсов.

На *втором этапе* производится дополнительное изучение производительных свойств территории и её возможной роли в хозяйственном комплексе страны и территориальной организации общества. Это этап освоения территории в теоретической форме (движение знания о ней, выработка идей, которые на дальнейших этапах реализуются практически). В итоге происходит разработка и принятие плана освоения, после чего должна быть получена модель будущего состояния освоенности. Ведётся и практическое освоение территории путём организации научно-исследовательских экспедиций.

На *третьем этапе* происходит заселение территории, строительство населённых пунктов и путей сообщения, организация производственного процесса, его совершенствование, адаптация населения. Этап характеризуется повышенным притоком извне людей, техники и других ресурсов. Результатом использования территории является создание запланированного отношения «человек – территория», прекращение притока ресурсов. Следствием процесса становится удовлетворённая общественная потребность и новое знание о территории. В зависимости от того, благодаря какому из своих свойств территория стала объектом освоения, выделяют сельскохозяйственное, промышленное и др. освоение. Однако все они связаны с обеспечением условий для жизни населения на

территории, что уже подразумевает некоторую взаимосвязь и взаимообусловленность видов хозяйственной деятельности, а также с изменением значительного количества отношений в структуре территории ввиду её комплексности.

*Заключительный этап* характеризуется функционированием сформированного комплекса, следствием чего является новое знание о территории. Результатом процесса освоения при полном его осуществлении является инженерно-преобразованная территория, локальная система взаимодействия природы и общества. В целом, итоговый результат может быть представлен как наложение результатов последовательных этапов, их суммирование. Независимо от временной структуры процесса освоения его объединяет на всех стадиях производственный процесс, в котором участвует человек, средства труда и территория, подлежащая реструктуризации.

Общественным выражением освоенности территории является её превращение в национальное богатство – единство труда и природной основы. В этом виде территория является общественным условием труда, условием её дальнейшего освоения. Она расширяет энергопроизводственный процесс за счёт более полного использования человеком её свойств.

Неравномерность освоенности территории выражается в неравномерности размещения производительных сил. Поскольку они обеспечивают процесс общественного воспроизводства, то ввиду неравномерной освоенности территории, общественное воспроизводство находится в неравных условиях. Это определяет практический смысл изучения уровня освоенности территории. Возможность постоянного расширения производства зависит от обеспеченности его условиями, к которым относятся территория и труд, следовательно, и освоение новых территорий, но также зависит и от производительности труда, которая зависит от многих факторов, в том числе и от рациональной организации труда. Кроме того, формирование освоенной территории, как удовлетворяющей определённую потребность, связано с общественным разделением труда через его территориальную форму. Общественное разделение труда предполагает его кооперацию, высшей формой которой является экономический район (регион).

С целью более полного удовлетворения своих потребностей человек может либо расширить пространственную сферу своего взаимодействия с территорией, либо интенсифицировать производство на уже освоенной территории, т. е. происходит раздвоение процесса освоения. Экстенсивная и интенсивная формы освоения территории взаимодополняют друг друга. И та и другая формы в течение определённого периода являются для общества экстенсивными факторами развития, т. к. отвлекают

ресурсы для обеспечения дальнейшего развития территории. Поэтому с точки зрения общественных затрат освоение территории является экстенсивным фактором экономического развития.

Стремясь получить максимальный эффект от капиталовложений при освоении определённого ресурса, обществу необходимо проектировать всё освоение территории, охватывая весь комплекс проблем, включая и возможные реальные последствия (экономические, экологические) своей деятельности.

### *Контрольные вопросы и задания*

1. Раскройте содержание понятия «освоение территории».
2. Назовите предпосылки освоения территории.
3. В каких случаях возможен процесс освоения территории? Чем определяется скорость освоения территории?
4. Каковы цели освоения территории?
5. Дайте краткую характеристику основных моделей освоения территории. Чем определяется модель освоения?
6. Раскройте содержание понятия «территориальная организация». От чего зависит форма территориальной организации?
7. Какие функциональные зоны выделяют в территориальной организации осваиваемой территории?
8. Что подразумевают под внешним и внутренним вариантами освоения территории? Какой способ освоения территории при организации пространства является менее затратным?
9. От чего зависит степень участия государства в освоении территории?\*
10. На чём основывается оценка хозяйственной освоенности территории?\*
11. Охарактеризуйте этапы освоения территории.\*
12. Почему освоение территории является экстенсивным фактором экономического развития?\*



## Примеры ссылок на практические задания из электронного образовательного ресурса

<i>Параграф учебного пособия</i>	<i>Электронный образовательный ресурс (практикум)</i>	
	<i>Тема</i>	<i>№ заданий</i>
2.1. Географическая оболочка, её строение, качественное своеобразие	Географическая оболочка, её строение, качественное своеобразие. (Тема 2)	1
2.2. Космические факторы формирования географической оболочки	Космические факторы формирования географической оболочки. (Тема 3)	1
2.3. Планетарные факторы формирования географической оболочки	Планетарные факторы формирования географической оболочки. (Тема 4)	1–4
2.4. Атмосфера как одна из геосфер географической оболочки: газовый состав, строение, воздушные массы и климатические фронты	Атмосфера как одна из геосфер географической оболочки: газовый состав, строение, воздушные массы и климатические фронты. (Тема 5)	1–4
2.5. Теплооборот и влагооборот в атмосфере	Теплооборот и влагооборот в атмосфере. (Тема 6)	1–5
2.6. Циркуляция атмосферы. Погода и климат	Циркуляция атмосферы. Погода и климат. (Тема 7)	1–4
2.7. Гидросфера: структура, теплооборот и влагооборот. Мировой океан	Гидросфера: структура, теплооборот и влагооборот. Мировой океан. (Тема 8)	1–4
2.8. Воды суши	Воды суши. (Тема 9)	1–4
2.9. Литосфера: границы и динамика. Эндогенные процессы	Литосфера: границы и динамика. Эндогенные процессы. (Тема 10)	1–3
2.10. Экзогенные процессы и рельеф	Экзогенные процессы и рельеф. (Тема 11)	1–3
2.11. Рельеф Земли	Рельеф Земли. (Тема 12)	1–3

## Библиографический список

### Основная литература

1. Богучарсков, В. Т. История географии: учеб. пособие для вузов. – М. : Академический Проспект, 2006. – 558 с.
2. Гладкий, Ю. Н. Экономическая и социальная география зарубежных стран : учеб. для студ. вузов. – 2-е изд., стер. – М. : Академия, 2009. – 464 с.
3. Голубчик, М. М. География : учеб. для экологов и природопользователей. – М. : Аспект-Пресс, 2003. 190 с.
4. Голубчик, М. М. Теория и методология географической науки: учеб. пособие для студ. вузов. – М. : Владос, 2005. – 463 с.
5. Голубчик, М. М. Экономическая и социальная география: основы науки : учеб. – М. : Владос, 2004. – 400 с.
6. Кривенко, В. А. Астрономические основы географии : учеб. пособие. – Чита : Изд-во ЗабГГПУ, 2009. – 100 с.
7. Колбовский, Е. Ю. Ландшафтоведение. – М. : Академия, 2007. – 279 с.
8. Мироненко, Н. С. Введение в географию мирового хозяйства: Международное разделение труда : учеб. пособие для студ. вузов. – М. : Аспект-Пресс, 2006. – 239 с.
9. Никонова, М. А. Землеведение и краеведение : учеб. пособие. – М. : Академия, 2005. – 290 с.
10. Петрова, Н. Н. Землеведение : учеб. пособие / Н. Н. Петрова, Т. В. Лихолат, Ю. А. Соловьёва. – М. : ФОРУМ, 2011. – 464 с.
11. Селиверстов, Ю. П. Землеведение : учеб. пособие для студ. вузов. – М. : Академия, 2007. – 302 с.

### Дополнительная литература

1. Абрамов, В. В. Проблемы защиты окружающей природной среды в России. – URL: [http://secandsafe.ru/stati/pravo/problemy\\_zaschity\\_okrujayushey\\_prirodnoy\\_sredy\\_v\\_rossii](http://secandsafe.ru/stati/pravo/problemy_zaschity_okrujayushey_prirodnoy_sredy_v_rossii) (дата обращения 17.03.2011).
2. Абрамов, В. В. Экологическая безопасность России. – URL: [http://secandsafe.ru/pravovaya\\_baza/blogi/ekologicheskaya\\_bezopasnost](http://secandsafe.ru/pravovaya_baza/blogi/ekologicheskaya_bezopasnost) (дата обращения 1.02.2011).

3. Арчиков, Е. И. Общее землеведение : учеб. пособие. – Чебоксары, 1999. – 108 с.
4. Баранский, Н. Н. Методика преподавания экономической географии: пособие для учителей. – М. : Гос. учеб.-пед. изд-во, 1967. – 315 с.
5. Власова, Т. В. Физическая география материков и океанов : учеб. пособие для студ. вузов / Т. В. Власова, М. А. Аршинова, Т. А. Ковалёва. – 4-е изд., стер. – М. : Академия, 2009. – 640 с.
6. Василенко, В. Н. Архитектура регионального экономического пространства : монография. – Донецк : Юго-Восток, Лтд, 2006. – 311 с.
7. Вернадский, В. И. Философские мысли натуралиста. – М. : Наука, 1970. – 203 с.
8. Внешнеэкономическая деятельность / Б. М. Смитиенко [и др.]. – М. : Мастерство, 2007. – 67 с.
9. Географические исследования в Сибири : в 5 т. Общественная география / Антипов А. Н. [и др.]. – Иркутск : Ин-т географии им. В. Б. Сочавы СО РАН ; Новосибирск : Гео, 2007. – Т. 5. – 374 с.
10. Географический энциклопедический словарь. Понятия и термины / А. Ф. Трешников [и др.]. – М. : Сов. энциклопедия, 1988. – 527 с.
11. Герасимов, И. И. Конструктивная география : избранные труды. – М. : Наука, 1996. – 189 с.
12. Гладкий, Ю. Н. Глобальная география. Профильное обучение : учеб. пособие / Ю. Н. Гладкий, С. Б. Лавров. – М. : Дрофа, 2008. – 318 с.
13. Грачёв, В. А. Глобальная экологическая роль России и развитие общественного экологического сознания. – URL : <http://www.nbu.gov.ua/articles/crimea/2003/tom2/111/Doc34.HTML> (дата обращения 13.03. 2011).
14. Демография : учеб. пособие / В. Г. Глушкова. – 2-е изд. – М. : Кнорус, 2006. – 304 с.
15. Добровольский, В. В. Геология: учеб. пособие для студ. вузов. – М. : Владос, 2005. – 320 с.
16. Добровольский, С. Г. Климатические изменения в системе «гидросфера-атмосфера». – М. : ГЕОС, 2006. – 256 с.
17. Ерёмина, В. А. Физическая география. Интересные факты : пособие для учителей / В. А. Ерёмина, Т. Ю. Притула. – М. : ИЛЕКСА, 2010. – 112 с.
18. Залогин, Б. С. Мировой океан. – М. : Академия, 2001. – 150 с.
19. Исаев, Б. А. Геополитика : учеб. пособие. – СПб. : Питер, 2006. – 384 с.
20. Исаченко, А. Г. Теория и методология географической науки. – М. : Академия, 2006. – 268 с.
21. Исаченко, А. Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование : учеб. для студ. геогр. спец. ун-тов. – М. : Высшая школа, 1991. – 365 с.

22. Исаченко, А. Г. География в современном мире : кн. для учителя. – М. : Просвещение, 1998. – 158 с.
23. Ключев, Н. Н. Россия: экологический «портрет» на глобальном фоне. URL : <http://www.ecolife.ru/jornal/econ/2002-6-2.shtm> (дата обращения 03.04.2011).
24. Коробова, О. С. Климат и человек / О. С. Коробова, Т. В. Михина. – М. : Изд-во Российского ун-та дружбы народов, 2007. – 140 с.
25. Кривенко, В. А. Геология : учеб. пособие для студ. вузов. – Чита : Изд-во ЗабГГПУ, 2007. – 216 с.
26. Кривенко, В. А. Основы наук о Земле и космосе : учеб. пособие для пед. ин-тов. – Чита : Изд-во Читинского пед. ин-та, 1996. – 102 с.
27. Каледин, Н. В. Общественная география – к новой научной парадигме: материалы XII съезда РГО. География на рубеже тысячелетий. – СПб., 2005. – С. 134–139.
28. Кобылянский, В. А. Философия географии и геоэкологии : учеб. пособие. – Чита : Изд-во ЗабГПУ, 2000. – 135 с.
29. Кобылянский, В. А. Философия экологии: общая теория экологии, геоэкология, биоэкология : учеб. пособие. – М. : ФАИР-ПРЕСС, 2003. – 192 с.
30. Копылов, В. А. География населения : учеб. пособие. – М. : Маркетинг, 1998. – 123 с.
31. Лаверов, Н. П. Актуальные проблемы океанологии. – М. : Наука, 2003. – 635 с.
32. Липец, Ю. Г. География мирового хозяйства : учеб. пособие для студ. / Ю. Г. Липец, В. А. Пуляркин, С. Б. Шлихтер. – М. : Владос, 1999. – 400 с.
33. Логинов, В. Ф. Глобальные и региональные изменения климата. Причины и следствия. – М. : Тетра Системс, 2008. – 215 с.
34. Магидович, И. П. Очерки по истории географических открытий / И. П. Магидович, В. И. Магидович. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Просвещение, 1983. – 399 с.
35. Максаковский, В. П. Историческая география мира : учеб. пособие. – М. : Экопрос, 1999. – 584 с.
36. Максаковский, В. П. Географическая картина мира : в 2 кн. – Кн. 1. Общая характеристика мира. – М. : Дрофа, 2003. – 496 с.
37. Михайлов, В. Н. Общая гидрология / В. Н. Михайлов, А. Д. Добровольский. – Л. : Гидрометеиздат, 1991. – 325 с.
38. Михайлов, Ю. П. Современные и ожидаемые проблемы в общественной географии в Сибири : материалы VIII науч. совещания по прикладной географии. – Иркутск, 2005. – С. 5–6.
39. Мильков, Ф. Н. Общее землеведение: учеб. пособие. – М. : Высшая школа, 1990. – 335 с.

40. Мировая экономика / А. С. Булатов. – М. : Юрист, 2007. – 402 с.
41. Мировая экономика. Экономика зарубежных стран / В. П. Колесова [и др.]. – М. : Флинта, 2007. – 248 с.
42. Николаенко, Д. В. Пространственно-временная динамика процессов социокультурного освоения территорий. URL: <http://www.studzona.com/view/9117> (дата обращения 01.03.2011).
43. Николаенко, Д. В. Экспертно-аналитическая оценка создания транспортных коридоров. URL: <http://www.hiv-aids-epidemic.com.ua/past-0085.htm> (дата обращения 01.02.2011).
44. Николаенко, Д. В. Рекреационная география : учеб. пособие для студ. вузов. – М. : Владос, 2001. – 288 с.
45. Никитина, М. Г. Процесс освоения территории и его роль в экономическом развитии региона. URL: <http://www3.crimea.edu/tnu/magazine/scientist/edition12/tom1/n01240.htm> (дата обращения 01.03.2011).
46. Орлёнок, В. В. Физическая география : учеб. пособие / В. В. Орлёнок, А. А. Курков, П. П. Кучерявый. – Калининград, 1998. – 178 с.
47. Пацала, С. В. Геополитическое положение современной России: военно-стратегический аспект // География в школе. – 2009. – № 5. – С. 24–33.
48. Пацала, С. В. Геополитическое положение современной России: военно-стратегический аспект // География в школе. – 2009. – № 6. – С. 24–28.
49. Перцик, Е. Н. География городов (геоурбанистика) : учеб. пособие для геогр. спец. вузов. – М. : Высшая школа, 1991. – 319 с.
50. Пивоварова, Ю. Л. Основы геоурбанистики: Урбанизация и городские системы : учеб. пособие для студ. вузов. – М. : Владос, 1999. – 232 с.
51. Плисецкий, Е. К. Коммерческая география России: территориальная организация производства и рынка : учеб. пособие. – М. : Кнорус, 2009. – 216 с.
52. Преображенский, В. С. Поиск в географии : кн. для учителя. – М. : Просвещение, 1986. – 224 с.
53. Петрова, Н. Н. География. Современный мир : учебник. – М. : Форум – ИНФРА-М, 2005. – 222 с.
54. Родзевич, Н. Н. Геоэкология и природопользование : учеб. для вузов. – М. : Дрофа, 2003. – 256 с.
55. Савцова, Т. М. Общее землеведение : учеб. пособие для студ. вузов. – М. : Академия, 2003. – 411 с.
56. Саушкин, Ю. Г. Географическая наука в прошлом, настоящем и будущем. – М. : Просвещение, 1980. – 179 с.
57. Север: проблемы периферийных территорий / В. Н. Лаженцев [и др.]. – Сыктывкар, 2007. – 113 с.
58. Семенченко, Б. А. Физическая метеорология : учебник. – М. : Аспект-Пресс, 2002. – 415 с.

59. Скрипник, Е. О. Освоение территорий: теории, модели, политика. URL : [http://ecrin.ru/files/skripnik\\_report\\_17.10.2008.doc](http://ecrin.ru/files/skripnik_report_17.10.2008.doc) (дата обращения 11.03.2011).
60. Скопин, А. Ю. Введение в экономическую географию: базовый курс для экономистов, менеджеров, географов, регионоведов : учеб. для студ. вузов. – М. : Владос, 2001. – 270 с.
61. Сочава, В. Б. Введение в учение о геосистемах. – Новосибирск : Изд-во Новосибирского ун-та, 1978.
62. Спиридонов, И. А. Мировая экономика. – М. : ИНФРА, 2008. – 287 с.
63. Тузиков, А. Р. Основы геополитики : учеб. пособие. – М. : КноРус, 2004. – 272 с.
64. Уиттекер, К. Сообщества и экосистемы. – М. : Прогресс, 1989. – 227 с.
65. Флоренсов, Н. А. Скульптуры земной поверхности. – М. : Наука, 1989. – 111 с.
66. Хаин, В. Е. Общая геотектоника. – М. : Недра, 1973. – 512 с.
67. Холина, В. Н. География. Профильный уровень. 10 кл. : учеб. для общеобр. учреждений : в 2 кн. – М. : Дрофа, 2008. – Кн. 1. – 319 с.
68. Холина, В. Н. География человеческой деятельности : учебник. М. : Просвещение, 2004. – 316 с.
69. Чечель, А. П. Методы экологических исследований : учеб. пособие. – Чита : Изд-во ЗабГГПУ, 2006. – 182 с.
70. Шарыгин, М. Д. Региональное развитие в России: перспективы, конкурентоспособность, политика. – Самара, 2005. – 149 с.
71. Шарыгин, М. Д. Тенденции становления отечественной общественной географии: теоретико-методологические аспекты. URL : [http://www.geovestnik.psu.ru/files/vest/62\\_tendencii\\_stanovleniq\\_otecestvennoq\\_obshestvennoq\\_geografii,\\_teoretiko-metodologiceskie\\_aspekty.pdf](http://www.geovestnik.psu.ru/files/vest/62_tendencii_stanovleniq_otecestvennoq_obshestvennoq_geografii,_teoretiko-metodologiceskie_aspekty.pdf) (дата обращения 24.12.2010).
72. Шипунов, Ф. Я. Организованность биосферы. – М. : Наука, 1980. – 230 с.
73. Шубаев, Л. П. Общее землеведение. – М. : Высшая школа, 1977. – 435 с.
74. Эдельштейн, К. К. Гидрология материков. – М. : Академия, 2005. – 314 с.
75. Экономическая и социальная география России : учеб. для вузов / А. Т. Хрущёв [и др.]. – 2-е изд. стер. – М. : Дрофа, 2006. – 672 с.
76. Юргенсон, Г. А. Геохимия ландшафта : учеб. пособие. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Чита : ЗабГПУ, 2005. – 151 с.
77. Экологическое состояние территории России : учеб. пособие для студ. вузов / С. А. Ушаков [и др.]. – М. : Академия, 2001. – 128 с.

Учебное издание

*Дубцова* Марина Михайловна

**ГЕОГРАФИЯ ДЛЯ ЭКОЛОГОВ**

Редактор О. Ю. Гапченко  
Верстка М. Р. Коптеловой

Подписано в печать 20.12.2011

Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Способ печати оперативный.  
Усл. печ. л. 17,1. Уч-изд. л. 18,4. Заказ № 15811. Тираж 100 экз.

Забайкальский государственный гуманитарно-педагогический  
университет им. Н.Г. Чернышевского  
672007, г. Чита, ул. Бабушкина, 129