

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Витебский государственный
университет имени П.М. Машерова»

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕВЕДЕНИЕ

Учебно-методический комплекс

Витебск 2013

УДК 551.4
ББК 26.823
Г

Составители: доцент кафедры географии ВГУ имени П.М. Машерова, кандидат геолого-минералогических наук **И.А. Красовская**; доцент кафедры географии ВГУ имени П.М. Машерова, кандидат геолого-минералогических наук, доцент **А.Н. Галкин**

Рецензент:
декан биологического факультета ВГУ имени П.М. Машерова,
кандидат биологических наук *В.Я. Кузьменко*

Общее землеведение. Учебно-методический комплекс / сост. И.А. Красовская, А.Н. Галкин. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2013. – 211 с.

Учебно-методический комплекс представляет собой сборник материалов для усвоения теоретической и лабораторно-практической частей курса «Общее землеведение» для студентов специальности 1-31 02 01-02 География (научно-педагогическая деятельность), часть которых вынесена для самостоятельного изучения. Сборник содержит материалы для проведения итогового контроля, список основной и дополнительной литературы по курсу, а также перечень справочных материалов и атласов, необходимых для выполнения самостоятельной работы.

УДК 551.4
ББК 26.823

ISBN

© Издательство ВГУ имени П.М. Машерова, 2013

Содержание

Введение.....	4
Типовая учебная программа по дисциплине «Геология» для высших учебных заведений по специальностям: 1-31 02 01 «География» (по направлениям); 1-33 01 02 «Геоэкология», утвержденная 15.06.2009 (регистрационный номер ТД-G.2041.....	5
Карта изучения дисциплины	15
Модуль 1. Введение. Земля во Вселенной.....	17
Теоретическая часть.....	17
Лабораторно-практическая часть.....	43
Материал для самостоятельной работы.....	50
Модуль 2. Географическая оболочка.....	52
Теоретическая часть.....	52
Лабораторно-практическая часть.....	168
Материал для самостоятельной работы.....	176
Материал для итогового контроля.....	207
Список основной и дополнительной литературы.....	209
Перечень справочных материалов и атласов.....	210

Введение

Изучение курса «Общее землеведение» на первом курсе предусмотрено учебным планом специальности 1-31 02 01-02 География (научно-педагогическая деятельность). Занятия проводятся в соответствии с типовой учебной программой по дисциплине «Общее землеведение» для высших учебных заведений по специальностям: 1-31 02 01 «География» (по направлениям); 1-33 01 02 «Геоэкология», утвержденной 15.06.2009 (регистрационный номер ТД-Г.206/тип. Цель преподавания дисциплины состоит в том, чтобы сформировать у студентов представления о географической оболочке, ее структуре и пространственной дифференциации, и основных географических закономерностях.

С учетом модульно-рейтингового обучения студентов ВГУ имени П.М. Машерова разработана карта изучения дисциплины, которая предусматривает два модуля, каждый из которых включает в себя компетентностные требования, теоретическую, лабораторно-практическую часть, в том числе и материал для самостоятельного изучения, формы контроля.

Основу теоретического материала, приводимого в учебно-методическом комплексе в соответствии с типовой учебной программой, составил курс лекций по общему землеведению, изданный Гледко Ю.А., Кухарчиком М.В. (Минск, БГУ, 2008), лабораторные задания разработаны на основе практикума «Общее землеведение» авторов-составителей Пиловец Г.И., Красовской И.А. (Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова, 2007).

В процессе изучения модуля осуществляется текущий контроль в каждой его части (текущий зачет, тестирование, устный опрос по карте). Для промежуточного контроля по модулю предполагается тестирование.

Итоговый контроль проводится по окончании изучения дисциплины в виде двухэтапного экзамена (тестирование, теоретический экзамен) с учетом оценки по модулям.

Министерство образования Республики Беларусь

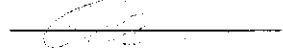
Государственное учреждение образования
"Республиканский институт высшей школы"

Учебно-методическое объединение высших учебных заведений
Республики Беларусь по естественнонаучному образованию
Учебно-методическое объединение высших учебных заведений
Республики Беларусь по экологическому образованию



УТВЕРЖДАЮ


Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь

 А.И. Жук
15.06.2009
Регистрационный № ТД- В- 206 /тип.

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕВЕДЕНИЕ

Типовая учебная программа
для высших учебных заведений по специальностям:
1-31 02 01 География (по направлениям)
1-33 01 02 Геоэкология

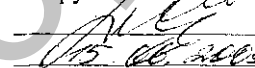
СОГЛАСОВАНО


Председатель Учебно-методического
объединения высших учебных
заведений Республики Беларусь по
естественнонаучному образованию
 В.И. Самохвал



СОГЛАСОВАНО

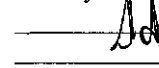
Начальник Управления высшего и
среднего специального образования
Министерства образования Республики
Беларусь

 Ю.И. Миксюк
15.06.2009

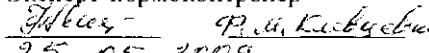
Председатель Учебно-методического
объединения высших учебных
заведений Республики Беларусь по
экологическому образованию
 С.П. Кундас

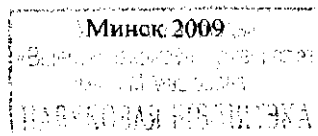


Ректор Государственного учреждения
образования «Республиканский
институт высшей школы»

 М.И. Демчук
25.05.09

Эксперт-нормоконтролер

 П.М. Кутыевич
25.05.2009



26.820р30
0-28

СОСТАВИТЕЛИ:

Ю.А. Гледко, доцент кафедры общего земледения Белорусского государственного университета, кандидат географических наук;

М.В. Кухарчик, старший преподаватель кафедры общего земледения Белорусского государственного университета

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра физической географии Учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка»;

В. С. Хомич – заместитель директора по научной работе Государственного научного учреждения «Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси», доктор географических наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой общего земледения Белорусского государственного университета
(протокол № 6 от 3 февраля 2008 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета
(протокол № 3 от 27 февраля 2008 г.);

Научно-методическим советом по специальности 1-31 02 01 «География»
Учебно-методического объединения высших учебных заведений Республики Беларусь по естественнонаучному образованию
(протокол № 1 от 18 ноября 2008 г.)

Научно-методическим советом по специальностям 1-33 01 01 Биозкология,
1-33 01 02 Геоэкология Учебно-методического объединения высших учебных заведений Республики Беларусь по экологическому образованию
(протокол № 6 от 15.01.2009 г.)

Ответственный за выпуск: Ю.А. Гледко

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Общее землеведение – основа географического образования, его фундамент в системе географических наук. Основной задачей учебного курса является изучение географической оболочки, ее структуры и пространственной дифференциации, основных географических закономерностей. Наиболее общим для географии является закон географической зональности, поэтому в курсе общего землеведения прежде всего рассматриваются факторы, формирующие географическую оболочку и основную ее структурную особенность – горизонтальную (широтную) зональность. Законы эволюции, целостности, круговоротов вещества и энергии, ритмичности рассматриваются для всех сфер географической оболочки с учетом экологических условий.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- происхождение, строение, движения, свойства Земли и их географические следствия;
- структуру географической оболочки, состав и свойства ее основных частей, общие географические закономерности ее развития и функционирования;
- экологические проблемы, возникающие в географической оболочке;

уметь:

- объяснять основные природные явления, происходящие в сферах географической оболочки;
- объяснять взаимосвязи между компонентами географической оболочки и процессами происходящими в ней;
- формулировать основные географические закономерности и определять границы их проявления;
- пользоваться разными источниками географической информации и иметь навыки их реферирования.

Всего на изучение дисциплины «Общее землеведение» типовым учебным планом отводится максимально 164 часа, из них 68 аудиторных, в том числе 40 – лекционных; 28 – практических занятий. Предусматривается курсовая работа. Итоговый контроль знаний осуществляется в форме экзамена.

II. ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Название разделов и тем	всего аудиторных часов	лекций	практических
1.	География в системе наук о Земле. Предмет изучения общего землеведения; методы, история науки	2	2	-
2.	Планета Земля в Солнечной системе и Космосе	6	4	2
3.	Внутреннее строение и состав Земли	2	2	-
4	Литосфера — твердая оболочка Земли	16	8	8
5	Атмосфера — воздушная оболочка Земли	14	8	6
6	Гидросфера Земли	6	4	2
7	Биосфера Земли	4	2	2
8	Педосфера	2	2	-
9	Понятие о географическом ландшафте	2	2	-
10	Общие законы и закономерности географической оболочки	8	2	6
11	Человек и географическая среда (антропосфера)	2	2	-
12	Экологические проблемы географической оболочки	4	2	2
	<i>Итого</i>	68	40	28

III. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Тема 1. География в системе наук о Земле. Предмет изучения общего землеведения; методы, история науки

География в системе наук о Земле, ее дифференциация и связи с другими науками. Общее землеведение – фундамент цикла физико-географических дисциплин. Объект и предмет изучения общего землеведения. Понятие о географической оболочке.

История развития общего землеведения. Античный период. Период средневековья. Становление общего землеведения в 18-19 вв. Развитие общего землеведения в 20-21 вв. Основоположники учения о географической оболочке: А. Гумбольдт, Л. С. Берг, А. А. Григорьев, В. В. Докучаев, В. И. Вернадский, С. В. Калесник. Методы современного

землеведения: постановка эксперимента, системный анализ, картографирование. Научные и практические задачи.

Тема 2. Планета Земля в Солнечной системе и Космосе

Космические и планетарные факторы формирования географической оболочки. Основные представления о Солнечной системе и планетах. Солнце — центральная звезда Солнечной системы. Солнечно-земные связи.

Планета Земля. Форма и размеры Земли, значение для формирования географической оболочки. Движения Земли. Орбитальное движение Земли, географические следствия. Осевое вращение Земли, географические следствия. Выражение закона Кориолиса. Движение системы Земля - Луна.

Гравитационное поле Земли. Роль гравитации в дифференциации земного вещества. Понятие изостазии. Земной магнетизм. Влияние на геофизические процессы.

Тема 3. Внутреннее строение и состав Земли

Методы изучения внутреннего строения Земли. Земная кора, мантия, ядро: физические свойства и химический состав. Типы земной коры. Источники внутренней энергии Земли.

Тема 4. Литосфера — твердая оболочка Земли

Строение, мощность, различия в северном и южном полушариях. Концепции развития литосферы. Теория литосферных плит (новая глобальная тектоника), основные положения. Географическое расположение и значение для строения литосферы срединно-океанических хребтов.

Движения литосферы. Эпейрогенез, орогенез: причины возникновения и следствия. Геохронология. Эпохи горообразования, их влияние на эволюцию географической оболочки. Географическое распространение горных систем разного возраста. Возрожденные горы.

Основные морфоструктуры Земли. Платформы: строение, географическое распространение, роль в строении литосферы. Геосинклинали: строение, эволюция, географическое распространение. Современные тектонические проявления: вулканизм, землетрясения. Географическое распространение и причины.

Мегарельеф Земли. Гипсографическая кривая. Средняя высота суши. Закономерности размещения горных систем, нагорий, плато, равнин, низменностей. Строение дна океана.

Экзогенные процессы в литосфере. Деятельность поверхностных и подземных вод, ледников, ветра, волн.

Тема 5. Атмосфера — воздушная оболочка Земли

Происхождение, строение, газовый состав атмосферы. Тропосфера: мощность, состав, значение для географической оболочки Земли. Тепловые процессы в атмосфере. Солнечная радиация, ее широтно-полярное распределение и преобразование земной поверхностью. Тепловой баланс, его составляющие.

Динамика атмосферы. Воздушные массы, их свойства и распространение. Законы атмосферного давления.

Барические центры, их происхождение и влияние на атмосферные процессы. Общая циркуляция воздушных масс в тропосфере. Основные закономерности. Связь с типами ветров. Постоянные, переменные, местные ветры, их влияние на погоду и климат.

Вода в атмосфере. Абсолютная и относительная влажность воздуха. Источники, значение, распространение. Осадки. Зависимость осадков от природных факторов, зональность. Области максимального и минимального увлажнения, причины, формирующие их.

Погода и климат. Процессы и факторы климатообразования. Классификация климатов. Типы климатов (по Б. П. Алисову), их основные свойства.

Тема 6. Гидросфера Земли

Структура гидросферы. Свойства природных вод. Мировой океан: распространение, площадь, глубина, структура, климатическое значение. Физико-химические свойства вод Мирового океана. Динамика Мирового океана и волновые явления. Приливы и отливы как следствие проявления закона всемирного тяготения. Типы, свойства и причины возникновения океанических течений. Циркуляционные системы течений в Мировом океане. Океан — источник минеральных и биологических ресурсов. Типы океанических отложений. Горизонтальные и вертикальные зоны Мирового океана. Живые организмы и их распространение. Экологические проблемы Мирового океана.

Воды суши: реки, озера, подземные воды. Географическое распространение. Отличия физических и химических показателей пресных водоемов от морских.

Криосфера Земли. Площадь и типы материковых и горных ледников. Их значение в формировании географической оболочки в современный период и в древние эпохи. Подземное оледенение: причины возникновения, распространение, свойства, значение для географической оболочки.

Тема 7. Биосфера Земли

Сущность понятия и свойств. Учение В. И. Вернадского о биосфере, ее эволюции и ноосфере. Основные законы биосферы. Разделение живых

организмов по типу обмена веществ. Биологический круговорот и продуктивность органического вещества. Значение органического вещества в развитии и преобразовании географической оболочки. Контактные зоны и барьеры в географической оболочке.

Тема 8. Педосфера

Образование почвы. Факторы и процессы почвообразования и их влияние на формирование почвенного покрова в различных природных зонах. Типы и свойства почв. Антропогенное влияние на свойства почв.

Тема 9. Понятие о географическом ландшафте

Общие представления о ландшафтах. Классификация ландшафтов и значение в формировании географической оболочки.

Тема 10. Общие законы и закономерности географической оболочки

Общие законы и закономерности географической оболочки по С.В. Калеснику. Целостность явлений и процессов в географической оболочке. Круговороты вещества и энергии как основа эволюции географической оболочки. Примеры в литосфере, атмосфере, гидросфере, биосфере. Закон проявления зональности и аazonальности – основа комплексности географической среды. Общие черты и различия. Природные пояса и зоны как показатель солнечно-земных связей и экологических закономерностей. Ритмические явления как стимул движения и развития природы. Показатели и значение асимметрии и дисимметрии в географической оболочке.

Тема 11. Человек и географическая среда (антропосфера)

Современные взгляды на происхождение человека. Появление человека разумного – *Homo sapiens*. Основные расы. Проявление деятельности человека в преобразовании географической оболочки.

Тема 12. Экологические проблемы географической оболочки

Глобальные изменения географической оболочки: естественные и антропогенные факторы. Понятие глобальных экологических проблем. Экологические проблемы атмосферы: парниковый эффект и изменение климатов Земли, разрушение озонового экрана. Экологические проблемы гидросферы: нефтяное, радиоактивное загрязнение вод Мирового океана, изменение уровня океана при условии потепления климата и таяния ледникового покрова. Экологические проблемы литосферы. Проблема опустынивания и смещения природных зон. Нарастание экологических проблем, связанных с недостатком минеральных и энергетических ресурсов для многих стран и народов.

Роль биосферных заповедников и национальных парков в сохранении генофонда живых организмов и природных ландшафтов (на примере Беларуси). Роль международных объединений (ЮНЕСКО, ЮНЕП и др.) в организации экологического мониторинга. «Красные книги», их значение.

Репозиторий ВГУ

IV. ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Савцова Т. М. Общее землеведение/ Т.М. Савцова – М., 2003. – 416с.
2. Селиверстов Ю. П. Землеведение/ Ю.П. Селиверстов, А.А. Бобков. – М., 2004. – 512 с.
3. Гледко Ю.А. Курс лекций по общему землеведению/ Ю.А. Гледко, М.В. Кухарчик. – Мн., 2008. – 205 с.
4. Гледко Ю.А. Практикум по общему землеведению/ Ю.А. Гледко, Е.В. Матюшевская. – Мн., 2006. – 96 с.

Дополнительная

1. Вернадский В. И. История природных вод / В. И. Вернадский; отв. ред. С. Л. Шварцев, Ф. Т. Яншина. – М., 2003. – 750 с.
2. Войткевич Г. В., Вронский В. А. Основы учения о биосфере. – Ростов-н/Д., 1996. – 480 с.
3. Глобальные проблемы биосферы. – М., 2003. – 200 с. (Чтения памяти акад. А. Л. Яншина. Вып. 1).
4. Догановский А. М. Гидросфера Земли/А.М. Догановский, В.Н. Малинин. – С-Пб., 2004. – 629 с.
5. Исаченко А. Г. Теория и методология географической науки. – М., 2004. – 400 с.
6. Калесник С.В. Основы общего землеведения / С.В. Калесник. – М., 1955. – 464 с.
7. Калесник С.В. Общие географические закономерности Земли / С.В. Калесник. – М., 1970. – 283 с.
8. Кисслёв В. Н. Основы экологии. – Мн., 2002. – 383 с.
9. Максаковский В. П. Географическая картина мира. В 2-х кн. Кн. 1. Общая характеристика мира / В.П. Максаковский. – М., 2006. – 495 с.
10. Максаковский В. П. Географическая картина мира. В 2-х кн. Кн. 2. Региональная характеристика мира / В.П. Максаковский. – М., 2007. – 480 с.
11. Матвеев Л. Т., Основы экологии атмосферы / Л.Т. Матвеев, Ю.Л. Матвеев, Ю.П. Переведенцев, В.Д. Тудрий – Казань, 2002. - Ч. 3. – 128 с.
12. Семенченко Б. А. Физическая метеорология / Б.А. Семенченко. – М., 2002. – 415 с.
13. Современные глобальные изменения природной среды. В 2-х томах. Т. 1. – М., 2006. – 696 с.
14. Современные глобальные изменения природной среды. В 2-х томах. Т. 2. – М., 2006. – 776 с.
15. Переведенцев Ю. П. Основы экологии атмосферы / Ю.П. Переведенцев, Ю.Л. Матвеев, В.Д. Тудрий. – Казань, 2001. - Ч. 2. – 59 с.
16. Прибылов К. П. Основы химии атмосферы / К.П. Прибылов, В.П. Савельев, З.М. Латыпов. – Казань, 2001. – 211 с.

17. Творцы отечественной науки. Географы / отв. ред. и составитель В.Ф. Есаков. – М., 1996. – 576 с.
18. Хромов С. П. Метеорология и климатология / С.П. Хромов, М.А. Петросянц. – М., 2001. – 528 с.
19. Экологические функции литосферы / под ред. В. Т. Трофимова. – М., 2000. – 432 с.

Справочные материалы

1. Бердышев С. Н. Популярный географический энциклопедический словарь / С.Н. Бердышев. – М., 2002. – 768 с.
2. Географический энциклопедический словарь / под ред. В. М. Котлякова. – М., 2003. – 903 с.
3. Географія ў тэрмінах і паняццях: энцыкл. даведнік. – М.: БелЭН, 2003. – 352 с.
4. Левашов Е. А. Географические названия: слов.-справ. / Е.А. Левашов– СПб., 2000. – 602 с.
5. Реймерс Н. Ф. Природопользование: слов.-справ. / Н.Ф. Реймерс– М., 1990. – 637 с.
6. Российский энциклопедический словарь: 2 кн / гл. ред. А. М. Прохоров. – М., 2000. – 1023 с.

Атласы:

1. Атлас мира. – М., 2000. – 448 с.
2. Атлас стран мира. – М., 2003. – 103 с.
3. Большой атлас школьника. – М., 2000. – 180 с.
4. Большой географический атлас мира / пер. с исп. И. М. Вершининой, Н. А. Врублевской. – М., 2004. – 432 с.
5. Географический атлас мира / пер. с нем. – М., 1999. – 224 с.
6. Географический атлас мира. – М., 1997. – 96 с.
7. Нацыянальны атлас Беларусі. – Мн., 2002. – 292 с.
8. Обзорно-географический атлас мира. – М., 2003. – 177 с.

КАРТА ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Модуль 1.

Введение. Земля во Вселенной.

Требования к компетентности:

Студент должен знать:

- о месте и роли общего землеведения в системе географических наук и истории его развития;
- о воздействии Космических тел и систем на формирование, функционирование и эволюцию географической оболочки;
- о влиянии формы, строения, движения Земли на развитие географической оболочки;
- о внутреннем строении и составе Земли.

Студент должен уметь:

- выявлять причинно-следственные связи в геосферах,
- характеризовать взаимодействие и взаимообусловленность всех компонентов географической оболочки.

Теоретическая часть	Лабораторно-практическая часть	Контролируемая самостоятельная работа	Форма контроля
Тема 1. Введение. Тема 2. Земля во Вселенной. Тема 3. Внутреннее строение и состав Земли.	Лабораторная работа №1. Характеристика планет Солнечной системы и их сравнительный анализ.	Изучение основных географических понятий и терминов. Географический словарь (часть 1).	1. Текущий зачет. 2. Тестирование.
	Лабораторная работа №2. Построение графика дальности видимости горизонта, его анализ и использование при решении задач.		
	Лабораторная работа №3. Решение задач на определение времени и его перевод.		
	Лабораторная работа №4. Движение Земли по орбите вокруг Солнца и его географические следствия.		

Модуль 2. Географическая оболочка.

Требования к компетентности:

Студент должен знать:

- о литосфере и главных закономерностях происхождения и распространения различных форм рельефа, об эндогенных и экзогенных процессах в литосфере;
- об атмосфере, о механизмах атмосферных явлений и процессов, основных закономерностях формирования общей циркуляции атмосферы, погоды и климата;
- о водных объектах Земли, о роли и значении природных вод в географической оболочке;
- о биосфере, педосфере и ландшафтах;
- об общих законах географической оболочки, о влиянии деятельности человека на ее преобразование, глобальное изменение и экологические проблемы.

Студент должен уметь:

- выявлять причинно-следственные связи в геосферах,
- характеризовать взаимодействие и взаимообусловленность всех компонентов географической оболочки;
- иметь целостное представление о географической оболочке, ее структуре и пространственной дифференциации, основных географических закономерностях.

Теоретическая часть	Лабораторно-практическая часть	Контролируемая самостоятельная работа	Форма контроля
Тема 4. Литосфера. Тема 5. Атмосфера. Тема 6. Гидросфера. Тема 10. Общие закономерности географической оболочки. Тема 11. Антропосфера. Тема 12. Экологические проблемы географической оболочки.	Лабораторная работа №5. Общие черты строения земной поверхности.	1. Тема 7. Биосфера. 2. Тема 8. Педосфера. 3. Тема 9. Ландшафты. 4. Изучение основных географических понятий и терминов. Географический словарь (часть 2). 5. Изучение географической номенклатуры. Минимум географических названий.	1. Текущий зачет. 2. Устный опрос по карте. 3. Тестирование.
	Лабораторная работа №6. Состав, строение, свойства атмосферы.		
	Лабораторная работа №7. Анализ схемы Мирового влагооборота, составление уравнений годового баланса влагооборота.		
	Лабораторная работа №8. Общие географические закономерности.		

Итоговый контроль по дисциплине: Экзамен (тестирование, проверка теоретических знаний).

МОДУЛЬ 1. ВВЕДЕНИЕ. ЗЕМЛЯ ВО ВСЕЛЕННОЙ

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Тема 1. Введение

1. Общее землеведение в системе географических наук. Объект и предмет изучения общего землеведения.
2. История развития общего землеведения.

1. Общее землеведение в системе географических наук

Географией называется комплекс тесно связанных между собой наук, который делится на четыре блока (В.П. Максаковский, 1998): физико-географические, социально-экономико-географические науки, картографию, страноведение. Каждый из этих блоков, в свою очередь, подразделяется на системы географических наук.

Блок физико-географических наук состоит из общих физико-географических наук, частных (отраслевых) физико-географических наук, палеогеографии. Общие физико-географические науки делятся на *общую физическую географию (общее землеведение)* и региональную физическую географию.

Все физико-географические науки объединяет единый объект исследования. Сейчас уже большинство ученых пришли к общему мнению о том, что все физико-географические науки изучают географическую оболочку. По определению Н.И. Михайлова (1985), физическая география – наука о географической оболочке Земли, ее составе, структуре, особенностях формирования и развития, пространственной дифференциации.

Географическая оболочка (ГО) – материальная система, образованная при взаимопроникновении и взаимодействии атмосферы, гидросферы, литосферы, живого вещества, а на современном этапе – и человеческого общества. Верхний и нижний пределы ГО приблизительно совпадают с границами распространения жизни. Она простирается в среднем до высоты 20-25 км (до границы озонового экрана), включает всю поверхностную водную оболочку до 11 км толщины в океане и верхнюю 2-х, 3-х километровую толщу литосферы.

Таким образом, география не является наукой о Земле вообще – такая задача была бы непосильной для одной науки, а изучает только определенную и довольно тонкую ее пленку – ГО. Однако и в этих пределах природа изучается многими науками (биология, зоология, геология, климатология и др.). Какое же место занимает общее землеведение в системной классификации географических наук? Отвечая на этот вопрос, необходимо сделать одно пояснение. У каждой науки различаются объект и предмет изучения (объект науки – конечная цель к которой стремится любое

географическое исследование; предмет науки – ближайшая цель, задача, стоящая перед конкретным исследованием). При этом предмет изучения науки становится объектом изучения целой системы наук на более низкой классификационной ступени. Таких классификационных ступеней (таксонов) четыре: цикл, семейство, род, вид (рис. 1).

Вместе с географией в *цикл наук о Земле* входят биология, геология, геофизика, геохимия. У всех этих наук один объект изучения – Земля, но каждая из них имеет свой предмет изучения (биология – органическая жизнь, геохимия – химический состав Земли, геология – недра, география – земная поверхность как неразрывный комплекс естественного и социального происхождения). На уровне цикла мы видим предметную сущность единства географии. В цикле наук о Земле географию обособляет не один предмет изучения, но и основной метод – описательный. Старейший и общий для всех географических наук описательный метод продолжает усложняться и совершенствоваться вместе с развитием науки. В самом названии *география* (от греческого *ge* – Земля и *grapho* – пишу), заключен предмет и основной метод исследования.

География на уровне цикла – это нерасчлененная география, родоначальница всех других географических наук. Она изучает наиболее общие закономерности и нерасчлененной называется потому, что ее выводы одинаково распространяются на все последующие подразделения географической науки.

Семейство географических наук образуют физическая и экономическая география, страноведение, картография, история и методология географической науки. Все они имеют единый объект – земную поверхность, но разные предметы: физическая география – географическая оболочка Земли, экономическая – хозяйство и население в форме территориальных социально-экономических систем. Страноведение – синтез физической и экономической географии, на уровне семейства оно носит общегеографический триединый (природа, население, хозяйство) характер.

В семействе географических наук особое место занимает история и методология географической науки. Это не традиционная история географических открытий, а история географических идей, история становления современных методологических основ географической науки. Первый опыт создания лекционного курса по истории и методологии географической науки принадлежит Ю.Г. Саушкину (1976).

Род физико-географических наук представлен общим землеведением, ландшафтоведением, палеогеографией и частными отраслевыми науками. Эти разные науки объединяет один объект изучения – географическая оболочка; предмет же изучения каждой из наук специфичен, индивидуален – это какая-либо одна из структурных частей или сторон географической оболочки (геоморфология – наука о рельефе земной поверхности, климатология и метеорология – науки, изучающие воздушную оболочку, формирование климатов и их географическое распространение, почвоведение – закономерности образования почв, их развитие, состав и

закономерности размещения, гидрология – наука, изучающая водную оболочку Земли, биогеография изучает состав живых организмов, их распространение и формирование биоценозов). Задача палеогеографии – изучение географической оболочки и динамики природных условий в прошлые геологические эпохи. Предметом изучения ландшафтоведения является тонкий, наиболее активный центральный слой ГО – ландшафтная сфера, состоящая из природно-территориальных комплексов разного ранга. Предметом изучения общего землеведения (ОЗ) являются структура, внутренние и внешние взаимосвязи, динамика функционирования ГО как целостной системы.

Общее землеведение – фундаментальная наука, изучающая общие закономерности строения, функционирования и развития ГО в целом, ее компонентов и природных комплексов в единстве и взаимодействии с окружающим пространством-временем на разных уровнях его организации (от Вселенной до атома) и устанавливающую пути создания и существования современных природных (природно-антропогенных) обстановок, тенденции их возможного преобразования в будущем. Другими словами, общее землеведение – это наука или учение о той окружающей человека среде, где осуществляются все наблюдаемые нами процессы и явления и функционируют живые организмы.

ГО в настоящее время сильно изменилась под воздействием человека. В ней сосредоточены области наивысшей хозяйственной активности общества. Сейчас ее уже невозможно рассматривать без учета воздействия человека. В связи с этим в работах географов стало формироваться представление о сквозных направлениях (В.П. Максаковский, 1998). В общем землеведении как фундаментальной науке особенно выделена важность данных направлений. Во-первых, это гуманизация, т.е. поворот к человеку, всем сферам и циклам его деятельности. Гуманизация – новое мировоззрение, утверждающее ценности общечеловеческого, общекультурного достояния, поэтому география должна рассматривать связи «человек – хозяйство – территория – окружающая среда».

Во-вторых, это социологизация, т.е. повышение внимания к социальным аспектам развития.

В-третьих, экологизация – направление, которому в настоящее время придается исключительно важное значение. Экологическая культура человечества должна включать навыки, осознанную необходимость и потребность соизмерять деятельность общества и каждого человека с возможностями сохранения позитивных экологических качеств и свойств окружающей среды.

В-четвертых, экономизация – направление, характерное для многих наук.

В системе фундаментального географического образования курс общего землеведения выполняет несколько важных функций:

1. Этот курс вводит будущего географа в его сложный

профессиональный мир, закладывая основы географического мировоззрения и мышления. Процессы и явления рассматриваются в системной связи между собой и с окружающим пространством, тогда как частные дисциплины вынуждены изучать их, прежде всего, отдельно друг от друга.

2. Землеведение – это теория ГО как целостной системы, являющейся носителем географической и иной информации развития материи, что имеет принципиальное значение для географии в целом и позволяет использовать положения землеведения в качестве методологической основы географического анализа.

3. Землеведение служит теоретической базой глобальной экологии, которая сосредоточивает усилия на оценке текущего состояния и прогнозирования ближайших изменений географической оболочки как среды существования живых организмов и обитания человека с целью обеспечения экологической безопасности.

4. Землеведение является теоретической базой и основой эволюционной географии – огромного блока дисциплин, исследующих и расшифровывающих историю возникновения и развития нашей планеты, ее окружения и пространственно-временную неоднородность геологического (географического) прошлого. Общее землеведение обеспечивает правильность понимания прошлого, аргументированность причин и следствий современных процессов и явлений в ГО, корректность их анализа и переноса на аналогичные события былого.

5. Землеведение – это своеобразный мост между географическими знаниями, навыками и представлениями, полученными в школьных курсах, и теорией ГО.

В настоящее время концепция землеведения, которая сложилась как системное учение о целостном объекте – ГО, заметно трансформировалась – от познания фундаментальных физико-географических закономерностей к исследованию на этой основе «очеловеченной» природы с целью оптимизации природной среды (природно-антропогенной) и управления процессами, в том числе, обусловленными человеческой деятельностью и ее последствиями на планетарном уровне.

2. История развития общего землеведения

Развитие общего землеведения как науки неотделимо от развития географии. Поэтому задачи, стоящие перед географией, являются в той же мере и задачами общего землеведения.

Всем наукам, в том числе и географии, свойственны три ступени познания:

- сбор и накопление фактов;
- приведение их в систему, создание классификаций и теорий;
- научный прогноз, практическое применение теории.

Задачи, которые ставила перед собой география, по мере развития науки и человеческого общества изменялись.

Античная география в основном имела описательную функцию, занималась описанием вновь открытых земель. Эту задачу география выполняла до Великих географических открытий 16-17 вв. Описательное направление в географии не потеряло своего значения и в настоящее время. Однако в недрах описательного направления зарождалось другое направление – аналитическое: первые географические теории появились в античное время. Аристотель (философ, ученый, 384-322 до н.э.) – основоположник аналитического направления в географии. Его труд «Метеорологика», по существу курс общего землеведения, в котором он говорил о существовании и взаимном проникновении нескольких сфер, о круговороте влаги и образовании рек за счет поверхностного стока, об изменениях земной поверхности, морских течениях, землетрясениях, зонах Земли. Эратосфену (275-195 до н.э.) принадлежит первое точное измерение окружности Земли по меридиану – 252 тыс. стадий, что близко к 40 тыс. км.

Большую и своеобразную роль в развитии общего землеведения сыграл древнегреческий астроном Клавдий Птолемей (ок. 90-168 н.э.), живший в период расцвета Римской империи. Птолемей различал географию и хорографию. Под первой он подразумевал «линейное изображение всей ныне известной нам части Земли, со всем тем, что на ней находится», под второй – подробное описание местностей; первая (география) имеет дело с количеством, вторая (хорография) – с качеством. Птолемеем были предложены две новые картографические проекции, его заслуженно считают «отцом» картографии. «Руководство по географии» (в основе геоцентрическая система мира) Птолемея из 8 книг завершает античный период в развитии географии.

Средневековая география основывается на догмах церкви.

В 1650 году в Голландии Бернхард Варений (1622-1650) публикует «Всеобщую географию» - труд, с которого можно вести отсчет времени общего землеведения как самостоятельной научной дисциплины. В нем нашли обобщение результаты Великих географических открытий и успехи в области астрономии, опирающейся на гелиоцентрическую картину мира (Н. Коперник, Г. Галилей, Дж. Бруно, И. Кеплер). Предмет географии, по Б. Варению, составляет земноводный круг, образованный взаимопроникающими друг в друга частями – землей, водой, атмосферой. Земноводный круг в целом изучает всеобщая география. Отдельные области – предмет частной географии.

В 18-19 вв., когда мир был в основном открыт и описан, на первое место вышли аналитическая и объяснительная функции: географы анализировали накопленные данные и создавали первые гипотезы и теории. Через полтора столетия после Варения разворачивается научная деятельность А. Гумбольдта (1769-1859). А. Гумбольдт – ученый-энциклопедист, путешественник, исследователь природы Южной Америки – представлял природу как целостную, взаимосвязанную картину мира. Величайшая заслуга его состоит в том, что он вскрыл значение анализа взаимосвязей как ведущей нити всей географической науки. Пользуясь анализом взаимосвязей между

растительностью и климатом, он заложил основы географии растений; расширив диапазон взаимосвязей (растительность - животный мир – климат - рельеф), обосновал биоклиматическую широтную и высотную зональность. В своем труде «Космос» Гумбольдт сделал первый шаг к обоснованию взгляда на земную поверхность (предмет географии) как особую оболочку, развивая мысль не только о взаимосвязи, но и о взаимодействии воздуха, моря, Земли, о единстве неорганической и органической природы. Ему принадлежит термин «жизнесфера», по своему содержанию аналогичный биосфере а также «сфера разума», получивший много позже название ноосфера.

В одно время с А. Гумбольдтом работал Карл Риттер (1779-1859), профессор Берлинского университета, основатель первой кафедры географии в Германии. К Риттер ввел в науку термин «землеведение», стремился количественно оценить пространственные соотношения между различными географическими объектами. К. Риттер был чисто кабинетный ученый и, несмотря, на большую известность его трудов по общему землеведению, природоведческая часть их неоригинальна. Землю – предмет географии – К. Риттер предлагал рассматривать как жилище рода человеческого, однако решение проблемы природа - человек вылилось в попытку совместить несовместимое – научное естествознание с богом.

Развитие географической мысли в России в 18 –19 вв. связано с именами крупнейших ученых – М.В. Ломоносова, В.Н. Татищева, С.П. Крашенинникова В.В. Докучаева, Д.Н. Анучина, А.И. Воейкова и др. М.В. Ломоносов (1711-1765) в отличие от К. Риттера был организатором науки, великим практиком. Он исследовал солнечную систему, открыл атмосферу на Венере, изучал электрические и оптические эффекты в атмосфере (молнии). В труде «О слоях земных» ученый подчеркнул важность исторического подхода в науке. Историзм пронизывает все его творчество, независимо от того, говорит ли он о происхождении чернозема или о тектонических движениях. Законы формирования рельефа, изложенные М.В. Ломоносовым, до сих пор признаются учеными-геоморфологами. М.В. Ломоносов является основателем МГУ.

В.В. Докучаев (1846-1903) в монографии «Русский чернозем» и А.И. Воейков (1842-1916) в монографии «Климаты земного шара, в особенности России» на примере почв и климата вскрывают сложный механизм взаимодействия компонентов географической оболочки. В конце 19 ст. В.В. Докучаев приходит к важнейшему теоретическому обобщению в общем землеведении – закону мировой географической зональности, он считает зональность всеобщим законом природы, который распространяется на все компоненты природы (в том числе и неорганические), на равнины и горы, сушу и море.

В 1884 г. Д.Н. Анучин (1843-1923) в МГУ организует кафедру географии и этнографии. В 1887 г. кафедру географии открывают в Петербургском университете, год спустя – в Казанском. Организатором кафедры географии в Харьковском университете в 1889 г. стал ученик В.В.

Докучаева А.Н. Краснов (1862-1914), исследователь степей и зарубежных тропиков, создатель Батумского ботанического сада, в 1894 г. стал первым в России доктором географии после публичной защиты диссертации. А.Н. Краснов говорил о трех чертах научного землеведения, отличающих его от старой географии:

-научное землеведение ставит задачей не описание разрозненных явлений природы, а отыскание взаимной связи и взаимной обусловленности между явлениями природы;

-научное землеведение интересуется не внешней сторона явлений природы, а их генезис;

-научное землеведение описывает не неизменную, статичную природу, а природу изменяющуюся, имеющую свою историю развития.

А.Н. Краснов – автор первого русского учебника для университетов по общему землеведению. В методологическом введении к «Основам землеведения» автор утверждает, что география изучает не отдельные явления и процессы, а их сочетания, географические комплексы – пустыни, степи, области вечных снегов и льдов и т.п. Такой взгляд на географию как науку о географических комплексах был новым в географической литературе.

Наиболее четко мысль о наружной оболочке Земли как предмете физической географии была высказана П.И. Броуновым (1852-1927). В предисловии к курсу «Общая физическая география» П.И. Броунов писал, что физическая география изучает современное устройство наружной земной оболочки, состоящей из четырех концентрических сферических оболочек: литосферы, атмосферы, гидросферы и биосферы. Все эти сферы проникают одна в другую, обуславливая своим взаимодействием наружный облик Земли и все происходящие на ней явления. Изучение этого взаимодействия – одна из важнейших задач физической географии, делающая ее вполне самостоятельной, отличающей ее от геологии, метеорологии и др. родственных наук.

В 1932 г. А.А. Григорьев (1883-1968) выступает с примечательной статьей «Предмет и задачи физической географии», в которой говорится о том, что земная поверхность представляет качественно особую вертикальную физико-географическую зону, или оболочку, характеризующуюся глубоким взаимопроникновением и активным взаимодействием литосферы, атмосферы и гидросферы, возникновением и развитием именно в ней органической жизни, наличием в ней сложного, но единого физико-географического процесса. Несколько лет спустя А.А. Григорьев (1937) обоснованию географической оболочки как предмета физической географии посвящает специальную монографию. В его же работах нашел обоснование и основной метод исследования ГО – балансовый метод, в первую очередь радиационный баланс, баланс тепла и влаги.

В эти же годы Л.С. Бергом (1876-1950) закладывались основы учения о ландшафте и географических зонах. В конце 40-х годов предпринимались попытки противопоставить учения А.А. Григорьева о физико-

географической оболочке и физико-географическом процессе и Л.С. Берга о ландшафтах. Единственно правильную позицию в развернувшейся дискуссии занял С.В. Калесник (1901-1977), показавший, что эти два направления не противоречат друг другу, а отражают разные стороны предмета физической географии – географической оболочки. Данная точка зрения нашла воплощение в фундаментальном труде С.В. Калесника «Основы общего землеведения» (1947, 1955). Работа во многом способствовала широкому познанию географической оболочки как предмета физической географии

В настоящее время на ноосферном этапе развития ГО большое внимание уделяется географическому прогнозу и мониторингу, т.е. контролю за состоянием природы и предвидению будущего ее развития.

Важнейшая задача современной географии – разработка научных основ рационального использования природных ресурсов. Сохранения и улучшения природной среды. Для ее решения необходимо изучать закономерности изменения и развития ГО в условиях интенсивного использования природных ресурсов, неизбежной трансформации окружающей среды при активном техногенном воздействии.

В настоящее время немаловажное значение придается изучению стихийных бедствий и разработке путей их прогноза, поскольку участились природные и техногенные катастрофы, а по мере увеличения численности населения и развития техники их воздействие будет приобретать все большие масштабы.

Одной из важнейших задач географии является исследование взаимодействия человека и природы, разработка стратегии коэволюции человека и природы.

Тема 2. Земля во Вселенной

2.1. Космические факторы формирования географической оболочки.

2.2. Земля как планета (планетарные факторы формирования географической оболочки).

2.3. Гравитационное и магнитное поля Земли.

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 звезд и Солнца, взаимодействие планет и спутников, воздействие небольших небесных тел – астероидов, комет, метеорных потоков. К **планетарным** – орбитальное движение и осевое вращение Земли, форма и размеры планеты, внутреннее строение Земли, геофизические поля.

2.1. Космические факторы формирования географической оболочки

Космос (Вселенная) – весь существующий материальный мир. Он вечен во времени и бесконечен в пространстве, существует объективно, не зависимо от нашего сознания. Материя во Вселенной сосредоточена в звездах, планетах, астероидах, спутниках, кометах и других небесных телах; 98% всей видимой массы сосредоточено в звездах.

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 еще более сложные системы – скопления галактик. Самая грандиозная звездная система, состоящая из множества галактик – *Метагалактика* – доступная для человека часть Вселенной (видимая с помощью приборов). По современным представлениям, она имеет диаметр около 100 млн. световых лет, возраст Вселенной 15 млрд. лет, в нее входит 10^{22} звезд.

Расстояния во Вселенной определяются, следующими величинами: *астрономическая единица, световой год, парсек.*

Астрономическая единица – среднее расстояние от Земли до Солнца:

1 а.е. = 149 600 000 км.

Световой год – расстояние, которое свет проходит за год:

1 св. год = $9,46 \times 10^{12}$ км.

Парсек – расстояние, с которого средний радиус земной орбиты виден под углом в $1''$ (годовой параллакс):

1 пк = 3,26 св. год = 206 265 а.е. – $3,08 \times 10^{13}$ км.

Звезды в Метагалактике образуют *галактики* (от греч. галактикос – млечный) – это большие звездные системы, в которых звезды связаны силами гравитации. Предположение о том, что звезды образуют галактики, высказал И. Кант в 1755 г.

Наша Галактика называется *Млечный путь* – грандиозное звездное скопление, видимое на ночном небе как туманная, молочная полоса. Размеры галактики постоянно уточняются, в начале 20 века для нее приняли следующие величины: диаметр галактического диска равен 100 тыс. св. лет, толщина – около – 1000 св. лет. В Галактике 150 млрд. звезд, более 100 туманностей. Основным химическим элементом в нашей Галактике является водород, $\frac{1}{4}$ приходится на гелий. Остальные химические элементы присутствуют в очень маленьких количествах. Кроме газа в пространстве имеется пыль. Она образует темные туманности. Межзвездная пыль состоит преимущественно из двух видов частиц: углеродных и силикатных. Размер пылинок колеблется от одной миллионной до одной десятитысячной доли см. Межзвездная пыль и газ служат материалом, из которого формируются новые звезды. В газовых облаках под действием сил тяготения образуются сгустки – зародыши будущих звезд. 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. Межзвездная пыль принимает активное участие в этом процессе – способствует более быстрому остыванию газа, она поглощает энергию, выделяющуюся при сжатии, и переизлучает ее в другом спектре. От свойств и количества пыли зависит масса образующихся звезд.

Расстояние от Солнечной системы до центра Галактики составляет 23-28 тыс. св. лет. Солнце находится на периферии Галактики. 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 все время существования Земля облетела вокруг центра Галактики не больше 20 раз. На Земле 200 млн. лет – продолжительность *тектонического цикла*. Это очень важный этап в жизни Земли, характеризующийся определенной последовательностью тектонических событий. Цикл начинается погружением земной коры. Накоплением мощных толщ осадков, подводным вулканизмом. Далее усиливается тектоническая деятельность, возникают горы, меняются очертания материков, что, в свою очередь, вызывает изменение климата.

Солнечная система состоит из центральной звезды – Солнца, девяти планет, более 60 спутников, более 40 000 астероидов и около 1000 000 комет. Радиус солнечной системы до орбиты Плутона составляет 5,9 млрд. км.

Солнце – центральная звезда Солнечной системы. Это ближайшая к Земле звезда. Диаметр Солнца составляет 1,39 млн. км, масса – $1,989 \times 10^{30}$ кг. По спектральной классификации звезд Солнце является желтым карликом (класс G 2), 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. Основное вещество, образующее Солнце, – водород (71% массы светила), гелий – 27%, углерод, азот, кислород, металлы – 2%.

Солнце излучает два основных потока энергии – электромагнитное (солнечная радиация) и корпускулярное (солнечный ветер) излучение. Тепловое поле поверхности планет Солнечной системы создается солнечной радиацией. *Электромагнитное излучение* распространяется со скоростью света и за 8,4 мин достигает поверхности Земли. В спектре излучения выделяют невидимую ультрафиолетовую радиацию (около 7%), видимую световую радиацию (47%), невидимую инфракрасную радиацию (46%). Доля самых коротких волн и радиоволн составляет менее 1% излучения.

На верхнюю границу атмосферы подходит определенное количество солнечной радиации, эта величина называется *солнечной постоянной*.

Корпускулярное излучение – поток заряженных частиц (электронов и протонов), идущий от Солнца. Скорость его 1500-3000 км/с, он достигает магнитосферы за несколько суток. Магнитное поле Земли задерживает корпускулярное излучение, и заряженные частицы начинают двигаться по магнитным силовым линиям.

В пик солнечной активности возрастает поток заряженных частиц. Подходя к магнитосфере, поток увеличивает ее напряженность, на Земле начинаются магнитные бури. В это время активизируются тектонические движения, начинаются извержения вулканов. В атмосфере возрастает количество атмосферных вихрей – циклонов, усиливаются грозы. Наиболее ярким и впечатляющим появлением бомбардировки атмосферы солнечными частицами являются полярные сияния – это свечение верхних слоев атмосферы, вызванное ионизацией газов.

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;
- орбиты большинства планет близки по форме к окружности, эксцентриситет (отношение расстояния между центром и фокусом эллипса к длине большой полуоси) их мал, поэтому 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 эклиптики. Причем каждая следующая планета – примерно в два раза дальше от Солнца, чем предыдущая.

Эту закономерность установили два ученых: И. Тициус (1729-1796) и И. Бодде (1747-1826). По правилу Тициуса-Бодде, расстояние от Солнца до планеты можно определить по формуле:

$$r = 0,4 + 0,3 \cdot 2^n,$$

где $n = 0$ для Венеры; $n=1$ для Земли; $n=2$ для Марса; $n=4$ для Юпитера.

В указанную последовательность не вписываются Меркурий, Нептун и Плутон; $n=3$ соответствует поясу астероидов, планеты на этом расстоянии от Солнца нет. По одной из гипотез предполагается, что на данном месте когда-то существовала планета Фэтон, но гравитационное воздействие Юпитера привело к ее распаду.

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.

Планеты земной группы отличает близкое расположение к Солнцу, небольшие размеры, высокая плотность вещества (плотность Земли –

5,5 г/см³); основными их составляющими являются силикаты (соединения кремния) и железо, следовательно, планеты земной группы твердые тела. Планеты медленно вращаются вокруг своей оси (у Меркурия период вращения равен 58,7 земных суток у Венеры – 243. 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 (Меркурий – 48 км/с, Венера – 35 км/с, Марс – 24 км/с). Планеты имеют всего три спутника: у Земли – Луна, у Марса – Фобос и Деймос.

Планеты-гиганты расположены на большом расстоянии от Солнца, имеют большие размеры (размер Юпитера равен 142 800 км), однако плотность планет небольшая (Юпитер – 1,3 г/см³). Наиболее распространенными на них химическими элементами являются водород и гелий, следовательно, планеты-гиганты представляют собой газовые шары. Все 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 вращения у планет небольшая (полный оборот вокруг солнца Юпитер совершает за 11,86 года, а Нептун за 165 лет). Все планеты имеют кольца и большое количество спутников.

В Солнечной системе 99,9% массы заключено в Солнце, поэтому основная сила, управляющая движением тел в Солнечной системе – это притяжение Солнца. Так как планеты двигаются вокруг Солнца в одной плоскости практически по круговым орбитам, их взаимное притяжение невелико, но и оно вызывает отклонения в движении планет. Вероятно, большее взаимодействие планет происходит тогда, когда они подходят близко друг к другу. Известно явление, называемое «парадом планет», когда на одной линии выстраивается большинство планет (2002 год – на одну линию «встали» пять планет: Меркурий, Венера, Марс, Юпитер, Сатурн).

Астероиды (от греческого *astereideis* – звездоподобные) – малые планеты Солнечной системы. Они образуют тонкое кольцо между орбитами Марса и Юпитера (предположительно образовались после разрушения планеты Фэтон или за счет сгустков первичного газопылевого облака). Их среднее расстояние от Солнца 2,8 – 3,6 а.е. Первый астероид был назван Церера (1801 год), к 1880 году 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, Гигии – 450 км. Практически все астероиды имеют неправильную форму, только самые крупные приближаются к шару.

Кометы (от греч. *kometes* – хвостатые) небольшие несветящиеся тела Солнечной системы, которые становятся видимыми только при подходе к Солнцу. Двигаются по сильно вытянутым эллипсам. Число комет измеряется миллионами. С приближением к Солнцу у них резко обособляется «голова» и «хвост». Головная часть состоит из льда и частиц пыли. В разреженной газо-

пылевой среде хвоста обнаружены ионы натрия и углерода. Одна из самых известных комет – комета Галлея, каждые 76 лет она появляется в зоне видимости Земли.

Метеоры – мельчайшие твердые 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 1000⁰С, что вызывает их свечение на протяжении нескольких секунд. Они сгорают в атмосфере не долетая до поверхности. Метеоры делятся на единичные и метеорные потоки. Наиболее известны метеорные потоки: Персеиды (падают в августе), Дракониды (октябрь), Леониды (ноябрь). Если Земля пересекает орбиту метеорного потока, частицы «налетают на планету», начинается «звездный дождь». Упавшие на поверхность планеты небесные тела называются метеоритами. Наибольший метеорный кратер на Земле имеет диаметр 1265 м и расположен в Аризоне около каньона Дьябло. Наиболее распространенными элементами метеоритов являются кислород, железо, кремний, магний, никель и др.

Солнечно-земные связи - ответные реакции ГО на изменения солнечной активности. К солнечно-земным связям необходимо отнести:

-динамический фактор, т.е. совокупность явлений, обусловленных движением Земли вокруг Солнца по орбите и вековыми изменениями параметров движения (прежде всего положения земной оси в пространстве);

-энергетический фактор, связанный с поступлением солнечной радиации. На уровне земной поверхности изменчивость энергетического фактора определяется известными обстоятельствами – суточным ритмом, сменой времени года и состоянием атмосферы и земной поверхности;

-вещественный поток α - и β -частиц, т.е. протонов и электронов «солнечного ветра», который участвует в материальном балансе верхней части атмосферы (экзосферы и ионосферы).

В настоящее время солнечную активность связывают с регулярным образованием в атмосфере Солнца пятен, факелов, вспышек, протуберанцев. В середине 19 в. швейцарский астроном Р. Вольф вычислил количественный показатель солнечной активности, известный во всем мире как число Вольфа. Уровень солнечной активности изменяется с периодичностью около 11 лет. Главным аспектом влияния Солнца на Землю, энергетической базой солнечно-земных связей, является поток солнечной радиации, энергия электромагнитного и корпускулярного излучения. На пути к поверхности Земли солнечное излучение преодолевает несколько преград: межпланетную среду, нейтральную атмосферу, ионосферу и геомагнитное поле. Одновременно с 11-летним циклом протекает вековой, точнее 80-90 летний, цикл солнечной активности. Несогласованно накладываясь друг на друга, они вносят заметные изменения в процессы совершающиеся в ГО. Установлена, в частности, корреляция между 11-летним циклом солнечной активности и землетрясениями, колебаниями уровня озер, рек, грунтовых вод; частотой полярных сияний, интенсивностью грозовой деятельности, температурой воздуха, атмосферным давлением; урожайностью с/х культур,

повторяемостью эпидемических заболеваний, смертностью населения и др. Велико воздействие солнечной активности на общую циркуляцию в тропосфере. Установлено, что интенсивность ее изменяется в максимумы 11-летних циклов, а вместе с ней и тип атмосферной циркуляции.

2.2. Земля как планета (Планетарные факторы)

Планета Земля. Земля – третья от Солнца планета Солнечной системы и самая крупная планета земной группы. Вместе с Луной земля образует двойную планету.

Вокруг Солнца Земля вращается по орбите, эллиптичность которой выражена довольно слабо. Средний радиус орбиты 149,6 млн. км, в перигелии он уменьшается до 147, 117, а в афелии увеличивается до 152, 083 млн. км. Скорость орбитального движения составляет 29,765 км/с, период обращения – 365,24 средних солнечных суток. Планета вращается вокруг оси, наклоненной к плоскости орбиты под углом $66^{\circ}33'22''$, делая оборот за 23 ч. 56 мин. 4,1 сек.

Луна находится от Земли на среднем расстоянии 384 400 тыс. км. Земля и Луна совершают совместное движение вокруг общего центра системы по орбитам, радиусы которых обратно пропорциональны массам этих тел.

Положение Земли в пространстве, физические поля, строение поверхности, форма и размеры небесного тела оказывают существенное влияние на ее взаимодействие с Космосом, в котором одной из составляющих является воздействие Космоса на Землю.

Расстояние от Земли до Солнца и площадь сечения нашей планеты определяют важнейший энергетический параметр – количество солнечной радиации, поступающей на верхнюю границу атмосферы. Земля перехватывает $0,5 \times 10^{-9}$ часть солнечной радиации, это количество энергии обеспечивает и поддерживает характерную для земной поверхности термодинамическую обстановку.

От положения Земли в ряду планет зависит плотность вещества Земли, а с учетом ее размеров - и масса:

Средняя плотность вещества Земли = $5,5 \text{ г/см}^3$

Объем Земли = $1,08 \times 10^{12} \text{ км}^3$

Масса Земли = $5,98 \times 10^{24} \text{ кг}$; (такой массы достаточно, чтобы удерживать атмосферу)

Площадь Земли = 510 млн. км^2

Средний радиус Земли = $6371,032 \text{ км}$.

Земля имеет гравитационное, магнитное и тепловое поле. Потенциальное гравитационное поле обусловлено массой Земли. Максимальная величина гравитационного потенциала в вертикальном направлении наблюдается на глубине около 100 км от поверхности Земли.

Магнитное поле включает несколько составляющих, из которых наиболее выражена дипольная составляющая. Ось магнитного диполя

отклоняется от оси вращения на угол около 11° , а само поле мигрирует в западном направлении.

Тепловое поле обусловлено внутренними источниками тепла. Наблюдается повышение температуры с глубиной (геотермический градиент в верхней части земной коры равен в среднем $3^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$), следовательно, поток теплоты направлен из недр к поверхности.

Большое значение для обеспечения постоянства термодинамической обстановки на земной поверхности имеют атмосфера как фильтр электромагнитного излучения и океан – конденсатор влаги. Существенным астрономическим фактором этого постоянства является круговая форма орбиты нашей планеты. Сжатие орбиты (ее эксцентриситет составляет всего 0,0167) близко к нулю, поэтому количество электромагнитной энергии, поступающей от Солнца, меняется в течение года незначительно, и не влияет на температуру земной поверхности и ее изменения в течение года.

Фигура Земли – понятие модельное, некоторая идеализация с помощью которой стремятся описать форму планеты. В зависимости от цели описания пользуются различными моделями формы планеты – различными фигурами. Расположим известные модели в ряд от наиболее общей ко все более детализированным, считая их последовательными приближениями к истинной форме Земли.

1. Первое приближение – *сфера*. Это наиболее грубая и наиболее общая модель формы нашей планеты. Сфера не имеет выраженной единственной оси симметрии – все ее оси равноправны, их бесчисленное множество, как и экваторов. Однако Земля, как уже отмечалось, имеет одну ось вращения и экваториальную плоскость – плоскость симметрии (а также плоскости симметрии меридианов). Это несоответствие сферической модели Земли ее реальной форме ощутимо проявляется при изучении горизонтальной структуры ГО, характеризующейся выраженной поясностью и известной симметрией относительно экватора (с элементами дисимметрии).

2. Второе приближение – *эллипсоид вращения*. Тип симметрии эллипсоида вращения отвечает указанным выше особенностям формы Земли (выраженная ось, экваториальная плоскость симметрии, меридиональные плоскости). Эта модель используется в высшей геодезии для расчета координат, построения картографических сеток и др. вычислений.

Большая полуось = 6378,160 км;

Малая полуось = 6356,777 км;

Разность полуосей эллипсоида вращения = 21 км.

3. Третье приближение – *трехосный кардиоидальный эллипсоид вращения*. Северный полярный радиус больше южного на 30-100 м.

4. Четвертое приближение – *геоид*. Геоид – уровенная поверхность, совпадающая со средним уровнем мирового океана (МО) и являющаяся геометрическим местом точек пространства, имеющих одинаковый потенциал тяжести. Теоретически поверхность геоида в каждой точке перпендикулярна к направлению силы тяжести (т.е. линии отвеса) и отождествляется со средним положением спокойной водной поверхности в

океанах и открытых морях, мысленно продолженной также и под материками. Поверхность геоида всюду выпуклая (что отвечает выпуклости океанической поверхности). Несмотря на всю сложность своей поверхности, геоид мало отличается от сфероида. Отклонения, за отдельными исключениями, составляют не более ± 100 м, т.е. поверхность геоида редко выступает над поверхностью сфероида более чем на 100 м и редко погружается под поверхность сфероида более чем на такую же величину. Средняя же величина отступления геоида от наиболее удачно подобранного земного эллипсоида не превышает ± 50 м.

Земля совершает множество движений одновременно. В географии принято учитывать и анализировать три из них: орбитальное движение, суточное вращение и движение системы Земля-Луна.

Орбитальное движение Земли. Вокруг Солнца Земля движется по эллиптической орбите (длина 934 млн. км) со скоростью 30 км/с. В афелии (самой удаленной от светила точке) расстояние до Солнца составляет 152×10^6 км и приходится на 5 июля, а спустя полгода, в перигелии (январь) оно уменьшается и составляет 147×10^6 км. Полный оборот вокруг Солнца Земля совершает в течение года = 365 сут. 6 ч. 9 мин. 9 сек.

Географические следствия годового движения Земли:

1. Земная ось наклонена по отношению к плоскости орбиты и образует с нею угол, равный $66^{\circ}33'$. В процессе движения ось перемещается поступательно, поэтому на орбите возникают 4 характерные точки:

21 марта и 23 сентября – дни равноденствий – наклон земной оси оказывается нейтральным по отношению к Солнцу, а обращенные к нему участки планеты равномерно освещены от полюса до полюса. На всех широтах в эти сроки продолжительность дня и ночи равна 12 часам.

21 июня и 22 декабря – дни летнего и зимнего солнцестояний – плоскость экватора наклонена по отношению к солнечному лучу под углом $23^{\circ}27'$, Солнце в этот момент находится в зените над одним из тропиков.

2. С наклоном земной оси к плоскости орбиты связано наличие таких характерных параллелей, как тропики и полярные круги. Полярный круг – параллель, широта которой равна углу наклона земной оси к плоскости орбиты ($66^{\circ}33'$). Тропик – параллель, широта которой дополняет угол наклона земной оси до прямого ($23^{\circ}27'$). Полярные круги являются границами распространения полярного дня и полярной ночи. Тропики являются границами зенитального положения солнца в полдень. На тропиках солнце бывает в зените один раз, в пространстве между ними – два раза в году.

3. Смена времен года (зима, весна, лето, осень – северное полушарие (СП); лето, осень, зима и весна – южное полушарие (ЮП)). Характерно неравномерное распределение года между сезонами (весна содержит 92,8 суток, лето – 93,6, осень – 89,8, зима – 89,0), что объясняется делением эллиптической орбиты Земли линиями солнцестояний и равноденствий на неравные части, для прохождения которых требуется разное время.

4. Образование поясов освещения, которые выделяются по высоте

Солнца над горизонтом и продолжительности освещения. В *жарком поясе*, расположенном между тропиками, Солнце дважды в год в полдень бывает в зените. На линиях тропиков Солнце стоит в зените только один раз в году: на Северном тропике (тропик Рака) Солнце стоит в зените в полдень – 22 июня, на Южном тропике (тропик Козерога) – 22 декабря.

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.

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.

5. Смена времен года обуславливает годовой ритм в ГО. В жарком поясе годовой ритм зависит, главным образом, от изменения увлажнения, в умеренном – от температуры, в холодном – от условий освещения.

Суточное вращение Земли вокруг оси и его следствия. Земля вращается с запада на восток против часовой стрелки, совершая полный оборот за сутки. Ось вращения отклонена на $23^{\circ}27'$ от перпендикуляра к плоскости эклиптики. Средняя угловая скорость вращения, т.е. угол, на который смещается точка на земной поверхности, для всех широт одинакова и составляет 15° за 1 час. 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 наибольший путь и имеет наибольшую скорость – 455 м/с. Скорость на одном меридиане разная, на одной параллели одинаковая.

Географическими следствиями суточного вращения Земли являются:

1. Смена дня и ночи, т.е. изменение в течение суток положения Солнца относительно плоскости горизонта данной точки (осевое вращение дает основную единицу времени – сутки). С этим изменением связаны суточный ритм солнечной радиации, интенсивность которой зависит от угла наклона земной оси, ритмы нагревания и охлаждения местной циркуляции воздуха, жизнедеятельности живых организмов.

2. Различное в один и тот же момент местное время на разных меридианах (разница 4 мин. на каждый градус долготы).

3. Существование *силы Кориолиса* (отклоняющее действие вращения Земли). Сила Кориолиса всегда перпендикулярна движению, направлена вправо в северном полушарии и влево - в Южном. Величина ее зависит от скорости движения и массы движущегося тела, а также от широты места:

$$F = 2mvw\sin\varphi,$$

где m – масса тела; v – линейная скорость тела; w – угловая скорость вращения Земли (важна только в вековом аспекте, для небольших отрезков времени угловая скорость принимается постоянной); φ – широта места.

На экваторе сила Кориолиса равна нулю, величина ее возрастает к полюсам. Сила Кориолиса способствует образованию атмосферных вихрей, оказывает влияние на отклонение морских течений. Благодаря ей подмываются правые берега рек в СП и левые берега – в ЮП.

4. Вращение Земли (вместе с шарообразной формой) в поле солнечной радиации (свет и тепло) определяет западно-восточное протяжение зон природы.

5. Сжатие земного сфероида, которое объясняется одновременным воздействием на любую точку планеты двух сил: силы тяготения (направлена к центру) и центробежной (перпендикулярной оси вращения), дающих силу тяжести. Сила тяжести – это векторная разность между силой тяготения и центробежной. Центробежная сила растет от нуля на полюсах до максимального значения на экваторе. В соответствии с уменьшением центробежной силы от экватора к полюсу, сила тяжести увеличивается в том же направлении и достигает максимума на полюсе (равна силе тяготения).

Деформация фигуры Земли обусловленная различиями силы тяжести, еще в большей мере подчеркивает увеличение центробежной силы (уменьшение силы тяжести) к экватору и, таким образом, еще более способствует сплюснутости Земли с полюсов.

6. Ось вращения, полюсы и экватор являются основой географической системы координат. Экватор служит плоскостью симметрии, относительно которой размещаются пояса освещения, меняются величина солнечной радиации и другие важные параметры. От полушария (Северного и Южного) зависит направление силы Кориолиса, а от широты – ее величина, полюсы не участвуют в суточном вращении.

7. Деформация фигуры Земли – сплюснутость у полюсов (полярное сжатие), связанная с возрастанием центробежной силы от полюсов к экватору.

Движение в системе Земля – Луна. Двойная планета Земля – Луна движется около Солнца без вращения вокруг общего центра тяжести. Поэтому все точки описывают одинаковые орбиты, центробежные силы повсеместно одинаковы и направлены в одну сторону – от Луны. Взаимодействующая двух сил – притяжения и центробежной – есть *приливообразующая сила*. На всей половине Земли, обращенной к Луне, больше сила притяжения, а на половине обращенной от Луны, – центробежная. Воздействие Луны – спутника Земли велико. Оно создает приливное торможение суточного вращения нашей планеты, которое имеет большое географическое значение, если рассматривать длительные (в сотни миллионов лет) отрезки геологического времени. Приливное торможение, вызывая замедление вращения, уменьшает полярную сплюснутость Земли и силу Кориолиса, отклоняющую движущиеся массы воздуха и воды, т.е. влияет на циркуляцию атмосферы и вод океана, от которой, в свою очередь, зависят условия климата. Считают, что из-за замедления суточного вращения Земли продолжительность суток за последний 1 млрд. лет возросла на 6 часов.

2.3. Гравитационное и магнитное поля Земли

Вокруг Земли существуют разнообразные поля, наиболее существенное влияние на ГО оказывают гравитационное и магнитное.

Гравитационное поле на Земле – это поле силы тяжести. Сила тяжести – равнодействующая сила между силой притяжения и центробежной силой, возникающей при вращении Земли. Центробежная сила достигает максимума на экваторе, но и здесь она мала и составляет $1/288$ от силы тяжести. 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. Напряженность 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. Напряженность реального поля в конкретной точке отличается от нормального, возникает аномалия гравитационного поля. Аномалии могут быть положительными и отрицательными: горные хребты создают дополнительную массу и должны бы вызвать положительные аномалии, океанические впадины, наоборот – отрицательные. Но на самом деле земная кора находится в изостатическом равновесии.

Изостазия (от греч. *isostasios* – равный по весу) – уравнивание твердой, относительно легкой земной коры более тяжелой верхней мантией. Теория равновесия была выдвинута в 1855 г. английским ученым Г.Б. Эйри. Благодаря изостазии избытку масс выше теоретического уровня равновесия соответствует недостаток их внизу. Это выражается в том, что на определенной глубине (100-150 км) в слое астеносферы вещество перетекает в те места, где имеется недостаток масс на поверхности. Только под молодыми горами, где еще полностью компенсация не произошла, наблюдаются слабые положительные аномалии. Однако равновесие непрерывно нарушается: в океанах происходит отложение наносов, под их тяжестью дно океанов прогибается. С другой стороны, горы разрушаются, высота их уменьшается, значит, уменьшается и масса.

Гравитационное поле Земли для ее природы имеет чрезвычайно важное значение:

1. Сила тяжести создает фигуру Земли, она является одной из ведущих эндогенных сил. Благодаря ей, выпадают атмосферные осадки, текут реки, формируются горизонты подземных вод, наблюдаются склоновые процессы. Давление масс вещества, реализующееся в процессе гравитационной дифференциации в нижней мантии, наряду с радиоактивным распадом порождает тепловую энергию – источник внутренних (эндогенных) процессов, перестраивающих литосферу.

2. Земное тяготение уплотнило внутреннее вещество земли и, независимо от его химического состава, сформировало плотное ядро.

3. Сила тяжести удерживает газовую и водную оболочки планеты. Атмосферу планеты покидают только самые легкие молекулы – водорода и гелия.

4. Сила тяжести обуславливает стремление земной коры к изостатическому равновесию. Силой тяжести объясняется максимальная высота гор; считается, что на нашей Земле не может быть гор выше 9 км.

5. Астеносфера – размягченный теплом слой, допускающий движение литосферы, - тоже функция сила тяжести, поскольку расплавление вещества происходит при благоприятном соотношении количества тепла и величины сжатия – давления.

6. Шаровая фигура гравитационного поля определяет два основных вида форм рельефа на земной поверхности – конические и равнинные, которые соответствуют двум универсальным формам симметрии – конической и билатеральной.

7. Направление силы тяжести вниз, к центру Земли, помогает животным удерживать вертикальное положение.

Тепловой режим поверхностного слоя земной коры (в среднем до 30 м) имеет температуру, определяемую солнечным теплом. Это *гелиотрический слой*, испытывающий сезонные колебания температуры. Ниже – еще более тонкий горизонт постоянной температуры (около 20 м), соответствующий среднегодовой температуре места наблюдения. Ниже постоянного слоя температура с глубиной нарастает – *геотермический слой*. Для количественного определения величины этого нарастания двумя взаимно связанными понятиями. Изменение температуры при углублении в землю на 100 м называется *геотермическим градиентом* (колеблется от 0,1 до 0,01 °С/м и зависит от состава горных пород, условий их залегания), а расстояние по отвесу, на которое необходимо углубиться, чтобы получить повышение температуры на 1°, называется *геотермической ступенью* (колеблется от 10 до 100 м/°С).

Земной магнетизм – свойство Земли, обуславливающее существование вокруг нее магнитного поля, вызванного процессами, происходящими на границе ядро-мантия. Впервые о том, что Земля – магнит, человечество узнало благодаря работам У. Гильберта.

Магнитосфера – область околоземного пространства, заполненная заряженными частицами, движущимися в магнитном поле Земли. Она отделена от межпланетного пространства магнитопаузой. Это внешняя граница магнитосферы.

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, будь она однородно намагниченным шаром. Земля в первом приближении представляет собой магнитный диполь – это стержень, концы которого имеют противоположные магнитные полюса. Места пересечения магнитной оси диполя с земной поверхностью называются *геомагнитными полюсами*. Геомагнитные полюсы не совпадают с географическими и медленно движутся со скоростью 7-8 км/год. Отклонения реального магнитного поля от нормального (теоретически рассчитанного) называются магнитными аномалиями. Они могут быть мировыми (Восточно-Сибирский овал), региональными (КМА) и локальными, связанными с близким залеганием к поверхности магнитных пород.

Магнитное поле характеризуется тремя величинами: магнитным склонением, магнитным наклоном и напряженностью. *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. *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°. Сила магнитного поля характеризуется *напряженностью*. Напряженность магнитного поля небольшая составляет на экваторе 20-28 А/м, на полюсе – 48-56 А/м.

Магнитосфера имеет каплевидную форму. На стороне, обращенной к Солнцу, ее 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 ее. Заряженные частицы, достигая магнитосферы, начинают двигаться по магнитным силовым линиям и образуют *радиационные пояса*. Внутренний радиационный пояс состоит из протонов, имеет максимальную концентрацию на высоте 3500 км над экватором. Внешний пояс образован электронами, простирается до 10 радиусов. 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.

Тема 3. Внутреннее строение и состав Земли

Внутреннее строение Земли

Земля на ранних этапах формирования представляла собой холодное космическое тело, содержащее все известные в природе химические элементы. Атмосферы и гидросферы тогда не существовало, поверхность планеты была совершенно безжизненна. Но постепенно за счет гравитационных сил, энергии распада радиоактивных элементов и лунных приливов недра Земли стали разогреваться. Когда температура недр достигла уровня плавления окислов железа и других соединений, начались активные процессы формирования ядра и основных оболочек планеты.

Общим процессом формирования оболочек Земли, согласно гипотезе академика А.П. Виноградова, послужило зонное плавление в мантии, располагающейся вокруг ядра. При этом тугоплавкие и тяжелые элементы погружались вниз, образуя и наращивая ядро, а легкоплавкие и легкие по массе элементы поднимались вверх, образуя земную кору и литосферу.

Таким образом, Земля, как и другие планеты, имеет оболочечное строение. Установить внутреннее строение Земли удалось **сейсмическим методом исследования** (от греч. трясение, колебание). При прохождении сквозь тело Земли сейсмических волн (продольных и поперечных) скорости их на некоторых глубинных уровнях заметно меняются (причем скачкообразно), что свидетельствует об изменении свойств проходимой волнами среды. Современные представления о распределении плотности и давления внутри Земли даны в таблице.

Таблица 1

Изменение плотности и давления с глубиной внутри Земли []

Глубина, км	Плотность, г/см ³	Давление, млн. атм
800	4,5	0,30
1600	5,0	0,59
2400	5,4	1,09
2900	5,7	-
2900	9,4	-
3200	9,8	1,68
4000	10,8	2,26
5000	11,5	-
5120	(14,2)	-
5120	(16,8)	-
6370	17,2	3,06

Из таблицы видно, что в центре Земли плотность достигает 17,2 г/см³ и

что она особенно резким скачком (от 5,7 к 9,4) меняется на глубине 2900 км, а затем на глубине 5 тыс. км. Первый скачок позволяет выделить плотное ядро, а второй – подразделить это ядро на внешнюю (2900-5000 км) и внутреннюю (от 5 тыс. км до центра) части.

Таблица 2

Зависимость скорости продольных и поперечных волн от глубины

Глубина, км	Скорость продольных волн, км/сек	Скорость поперечных волн, км/сек
0	5,5	3,2
60 (сверху)	5,75	3,3
60 (снизу)	8,0	4,3
2900 (сверху)	13,6	-
2900 (снизу)	8,0	-
5100 (сверху)	10,0	-
5100 (снизу)	11,3	-
6370	11,3	-

Как видно из таблицы 3.2, имеется в сущности два резких перелома скоростей: на глубине 60 км и на глубине 2900 км. Иными словами отчетливо обособляются земная кора и внутреннее ядро. В промежуточном между ними поясе, а также внутри ядра налицо лишь изменение темпа увеличения скоростей. Видно также, что Земля до глубины 2900 км находится в твердом состоянии, т.к. через эту толщу свободно проходят поперечные упругие волны (волны сдвига), которые только и могут возникать и распространяться в твердой среде. Прохождение поперечных волн сквозь ядро не наблюдалось и это давало основания считать его жидким. Однако новейшие расчеты показывают, что модуль сдвига в ядре невелик, но все же не равен нулю (как это характерно для жидкости) и, стало быть, ядро Земли ближе к твердому, чем жидкому состоянию. Разумеется, в данном случае понятия «твердого» и «жидкого» нельзя отождествлять с аналогичными понятиями, применяемыми к агрегатным состояниям вещества наземной поверхности: внутри Земли господствуют высокие температуры и огромные давления.

Таким образом, во внутреннем строении Земли выделяют земную кору, мантию и ядро.

Земная кора – первая оболочка твердого тела Земли, имеет мощность 30-40 км. По объему она составляет 1,2% объема Земли, по массе – 0,4%, средняя плотность равна 2,7 г/см³. Состоит преимущественно из гранитов; осадочные породы в ней имеют подчиненное значение. Гранитная оболочка, в составе которой огромную роль играют кремний и алюминий, называется «сиалической» («сиаль»). От мантии земная кора отделена сейсмическим разделом, названным *границей Мохо*, по фамилии сербского геофизика А. Мохоровичича (1857-1936), открывшего этот «сейсмический раздел». Эта

граница четкая и наблюдается во всех местах Земли на глубинах от 5 до 90 км. Раздел Мохо не является просто границей между породами различного типа, а представляет собой плоскость фазового перехода между эфолитами и габбро мантии и базальтами земной коры. При переходе из мантии в кору давление так падает, что габбро переходят в базальты (кремний, алюминий + магний – «сима» - силиций+магний). Переход сопровождается увеличением объема на 15% и, соответственно, уменьшением плотности. Поверхность Мохо считают нижней границей земной коры. Важная особенность этой поверхности состоит в том, что она в общих чертах представляет собой как бы зеркальное отражение рельефа земной поверхности: под океанами она выше, под континентальными равнинами ниже, под наиболее высокими горами опускается ниже всего (это так называемые корни гор).

Выделяют четыре типа земной коры, они соответствуют четырем наиболее крупным формам поверхности Земли. Первый тип называется *материковым*, его мощность 30-40 км, под молодыми горами она увеличивается до 80 км. Этот тип земной коры соответствует в рельефе материковым выступам (включается подводная окраина материка). Наиболее распространено деление ее на три слоя: осадочный, гранитный и базальтовый. *Осадочный слой*, толщиной до 15-20 км, сложен *слоистыми осадками* (преобладают глины и глинистые сланцы, широко представлены песчаные, карбонатные и вулканогенные породы). *Гранитный слой* (мощность 10-15 км) состоит из метаморфических и изверженных кислых пород с содержанием кремнезема свыше 65 %, близких по своим свойствам к граниту; наиболее распространены гнейсы, гранодиориты и диориты, граниты, кристаллические сланцы). Нижний слой, наиболее плотный, толщиной 15-35 км, получил название *базальтового* за сходство с базальтами. Средняя плотность материковой коры $2,7 \text{ г/см}^3$. Между гранитным и базальтовым слоями лежит граница Конрада, названная по фамилии открывшего ее австрийского геофизика. Название слоев – гранитный и базальтовый – условны, они даны по скоростям прохождения сейсмических волн. Современное название слоев несколько иное (Е.В. Хаин, М.Г. Ломизе): второй слой называется гранитно-метаморфическим, т.к. собственно гранитов в нем почти нет, сложен он гнейсами и кристаллическими сланцами. Третий слой – гранулитобазитовый, его образуют сильнометаморфизованные горные породы.

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. Имеют следующее классическое строение: котловина окраинного моря, островные дуги и глубоководный желоб. 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 полнокристаллических магматических пород основного состава (габбро). Между осадочным и базальтовым слоями выделяется промежуточный слой, состоящий из базальтовых лав с прослоями осадочных пород. Поэтому иногда говорят о трехслойном строении океанической коры.

Четвертый тип – *рифтогенная* земная кора, она характерна для срединно-океанических хребтов, ее 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 ее составляет 150-200 км, ограничена астеносферой. Только верхняя часть литосферы называется земной корой.

Мантия по объему составляет 83% объема Земли и 68% ее массы. Плотность вещества возрастает до 5,7 г/см³. На границе с ядром температура увеличивается до 3800⁰С, давление – до 1,4 x 10¹¹Па. Выделяют верхнюю мантию до глубины 900 км и нижнюю – до 2900 км. В верхней мантии на глубине 150-200 км присутствует астеносферный слой. *Астеносфера* (греч. *asthenes* – слабый) – слой пониженной твердости и прочности в верхней мантии Земли. Астеносфера – основной источник магмы, в ней располагаются очаги питания вулканов и происходит перемещение литосферных плит.

Ядро занимает 16% объема и 31% массы планеты. Температура в нем достигает 5000⁰С, давление – 37 x 10¹¹Па, плотность – 16 г/см³. Ядро делится на внешнее (до глубины 5100 км) и внутреннее. Внешнее ядро – расплавленное, состоит из железа или металлизированных силикатов, внутреннее – твердое, 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, обуславливая образование электрических токов и магнитосферы.

Возраст Земли. Геохронология.

Земля возникла как холодное тело из скопления твердых частиц и тел, подобных астероидам. Среди частиц были и радиоактивные. Попав внутрь Земли, они там распались с выделением тепла. Пока размеры Земли были невелики, тепло легко уходило в межпланетное пространство. Но с нарастанием объема Земли производство радиоактивного тепла стало превышать его утечку, оно накапливалось и разогревало недра планеты, приводя их в размягченное, пластическое состояние, которое и открыло возможности для *гравитационной дифференциации вещества* – всплывания более легких минеральных масс к поверхности (давая начало образованию земной коры) и постепенного опускания более тяжелых – к центру (начало формирования металлического ядра). Интенсивность дифференциации с глубиной затухала, т.к. в этом же

направлении в связи с увеличением давления возрастала вязкость вещества. Земное ядро не было захвачено дифференциацией, сохранило свой первозданный силикатный состав. Но резко уплотнилось из-за высочайшего давления, превысившего миллион атмосфер. Можно выделить несколько этапов в развитии Земли:

1. Стадия первоначального сгустка материи в материнском пылегазовом облаке.

2. Стадия небольшой планеты (сравнимой по объему с нынешним Меркурием), уже способной удерживать вокруг себя постоянную газовую оболочку. Зачатки тектонической деятельности (источники энергии: распад радиоактивных веществ и, возможно, начало гравитационной дифференциации). Выделение с изверженными породами газов H_2O , CO_2 , NH_4 , и включение их в состав первичной атмосферы.

3. Земля достигает современных размеров. Ее внешняя каменная оболочка – вероятно, базальтового состава. Накопление неживого органического вещества и развитие его в сторону образования высокомолекулярных соединений.

4. Появление доклеточных форм жизни. Организмы только гетеротрофные.

5. Появление одноклеточных организмов и возникновение автотрофных живых существ. Обогащение атмосферы свободным кислородом и азотом за счет жизнедеятельности микроорганизмов.

Возраст Земли устанавливается с помощью радиоактивного метода, применять его можно только к породам, содержащим радиоактивные элементы. Если считать, что весь аргон на Земле – продукт распада калия-49, то возраст Земли будет не менее 4 млрд. лет. Подсчеты О.Ю. Шмидта дают еще более высокую цифру – 7,6 млрд. лет. В.И. Баранов для исчисления возраста Земли взял отношение между современными количествами урана-238 и актиноурана (урана-235) в горных породах и минералах и получил возраст урана (вещества, из которого потом возникла планета) 5-7 млрд. лет.

Таким образом, возраст Земли определяется в интервале 4-6 млрд. лет. Историю развития земной поверхности удастся пока непосредственно восстановить в общих чертах лишь начиная с тех времен, от которых сохранились древнейшие горные породы, т.е. примерно за 3 – 3,5 млрд. лет (Калесник С.В.).

Геохронология – обозначение времени и последовательности образования горных пород. Если залегание горных пород не нарушено, то каждый слой моложе того, на котором он залегает. Верхний слой образовался позднее всех лежащих ниже.

Историю Земли обычно делят на два **эона: криптозой** (скрытый и жизнь: нет останков скелетной фауны) и **фанерозой** (явный и жизнь). Криптозой включает две **эры: архей** (4500 млн. лет назад) и **протерозой** (2600). Фанерозой охватывает последние 570 млн. лет, в нем выделяют **палеозойскую, мезозойскую и кайнозойскую эры**, которые, в свою очередь, делятся на **периоды**. Часто весь период до фанерозоя называют **докембрием** (кембрий –

первый период палеозойской эры) (табл. 3.3).

Периоды палеозойской эры:

кембрий (500-570 млн. лет)

ордовик (440-500)

силур (410-440)

девон (350-410)

карбон (285-350)

пермь (290)

Периоды мезозойской эры:

триас (195-230)

юра (137-195)

мел (67-137)

Периоды кайнозойской эры:

палеоген (эпохи – палеоцен, эоцен, олигоцен) – 25-67

неоген (эпохи – миоцен, плиоцен) – 1,5-25

четвертичный (эпохи – плейстоцен и голоцен) – 0-1,5.

Таким образом:

1. В основе всех проявлений внутренней жизни Земли лежат преобразования тепловой энергии.

2. В земной коре температура с удалением от поверхности возрастает (геотермический градиент).

3. Теплота Земли имеет своим источником распад радиоактивных элементов.

4. Плотность вещества Земли с глубиной увеличивается от 2,7 на поверхности до 17,2 в центральных частях. Давление в центре Земли достигает 3 млн. атм. Плотность увеличивается скачкообразно на глубинах 60 и 2900 км. Отсюда вывод – Земля состоит из объемлющих друг друга концентрических оболочек.

5. Земная кора складывается преимущественно породами типа гранитов, которые подстилаются породами типа базальтов. Возраст Земли определяется в 4-6 млрд. лет.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Лабораторная работа № 1

Характеристика планет Солнечной системы и их сравнительный анализ

Опрос по теме: «Земля во Вселенной. Космические факторы формирования географической оболочки».

Задание.

А). Перечертите в тетрадь табл. 1 и заполните ее.

Основные характеристики планет

Планиета	Среднее расстояние от Солнца, млн. км (а.е.)	Диаметр, км	Масса, в массах Земли	Средняя плотность, г/см ³	Температура на поверхности, °С	Наклон оси к плоскости орбиты, °	Период осевого вращения	Период обращения вокруг Солнца	Скорость движения по орбите, км/с	Количество спутников	Сжатие у полюса
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Б). Найдите черты сходства и различия у внутренней группы планет (планеты земного типа) и внешней группы планет (планеты-гиганты типа Юпитера) Солнечной системы. Чем они обусловлены?

В). Какие существуют закономерности, общие для всех планет Солнечной системы?

Лабораторная работа № 2

Построение графика дальности видимости горизонта, его анализ и использование при решении задач.

Опрос по теме: «Земля во Вселенной. Земля как планета».

Задание 1. Форма и размеры Земли, их географические следствия.

А). Перечислите математические модели, используемые для описания формы Земли в порядке их приближения к истинной форме Земли.

Б). Изобразите Землю в виде окружности. Выделите на ней меридиан, СП, ЮП, экватор, $R_{\text{пол.}}$, $R_{\text{экв.}}$. Подпишите значения $R_{\text{пол.}}$, $R_{\text{экв.}}$, длины меридиана и экватора.

В). На рис. 1 изображен восход (заход) Солнца. Заштрихуйте неосвещенные части предметов. Объясните, почему при восходе (заходе) Солнце освещает раньше всего (дольше всего) наиболее высоко расположенные объекты.

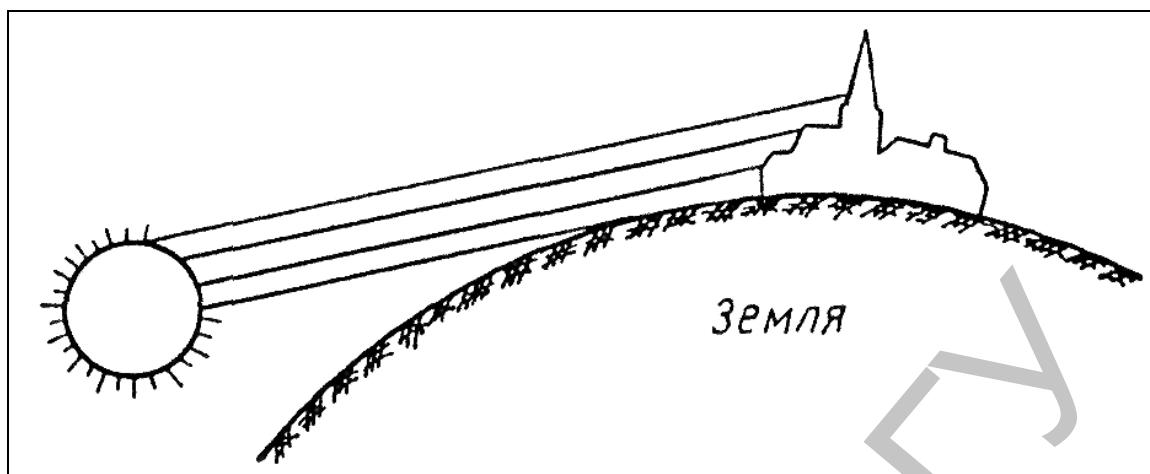


Рис. 1. Освещенность объекта при восходе (заходе) Солнца.

Задание 2. Построение графика дальности видимого горизонта.

А). Пользуясь табл. 2, постройте график изменения дальности видимого горизонта в зависимости от высоты места наблюдения.

Таблица 2

**Изменение дальности видимого горизонта
в зависимости от высоты места наблюдения**

Высота места наблюдения, м	0	1	10	50	100	500	1000	3000	5000	10000
Дальность видимого горизонта, км	0	3,8	12,1	27,1	38,3	85,6	121,0	210,0	271,0	383,0

Примечание. На вертикальной оси графика откладывается высота места наблюдения, на горизонтальной – дальность видимого горизонта.

Рекомендуемый масштаб: горизонтальный – 1:3 000 000; вертикальный – 1:100 000.

При построении графика высоты 1; 10; 50 м из-за масштаба не учитывать, но при анализе на них необходимо обратить внимание.

Б). Проанализируйте полученный график и, пользуясь им, ответьте на следующие вопросы:

1). Какова дальность видимого горизонта для вершин:

- г. Джомолунгма,
- г. Эльбрус,
- г. Килиманджаро,
- г. Дзержинская (самая высокая точка Беларуси)?

- 2). Можно ли с г. Эльбрус увидеть Черное и Каспийское моря?
- 3). Можно ли с Джомолунгмы увидеть Бенгальский залив?
- 4). Можно ли с Килиманджаро увидеть Индийский океан?
- 5). Соответствует ли дальность горизонта действительному кругозору, открывающемуся с этих вершин?

Лабораторная работа № 3

Решение задач на определение времени и его перевод

Опрос по теме: «Земля во Вселенной. Земля как планета».

Задание 1. Используя карту часовых поясов (рис.2) выполните следующие задания.

А). Определите, в каких часовых поясах расположены города: Москва, Каир, Минск, Петропавловск-Камчатский, Канберра, Нью-Йорк.

Б). Какое поясное время в этих городах, когда в Минске – 24 часа?

В). Переведите поясное время для этих городов в местное.

Г). Как по отношению к среднему меридиану своего пояса расположен данный пункт, если его местное время опережает (отстает) от поясного времени на десять минут?

Д). В каком часовом поясе находится г. Витебск? Как он расположен по отношению к среднему меридиану своего часового пояса?

Е). Где раньше восходит и заходит Солнце: в Витебске или Минске, в Москве или Витебске?

Ж). Жители, каких больших городов земного шара встречают полдень одновременно с нами? Где в это время люди встретили полночь?

З). Жители, каких мест первыми встречают Новый год, а каких – последними?

И). Изменилось бы количество часовых поясов на Земле, если при той же угловой скорости и той же принятой длительности часа, размеры Земли увеличились бы в 2 раза? А если бы угловая скорость движения Земли увеличилась в 2 раза?

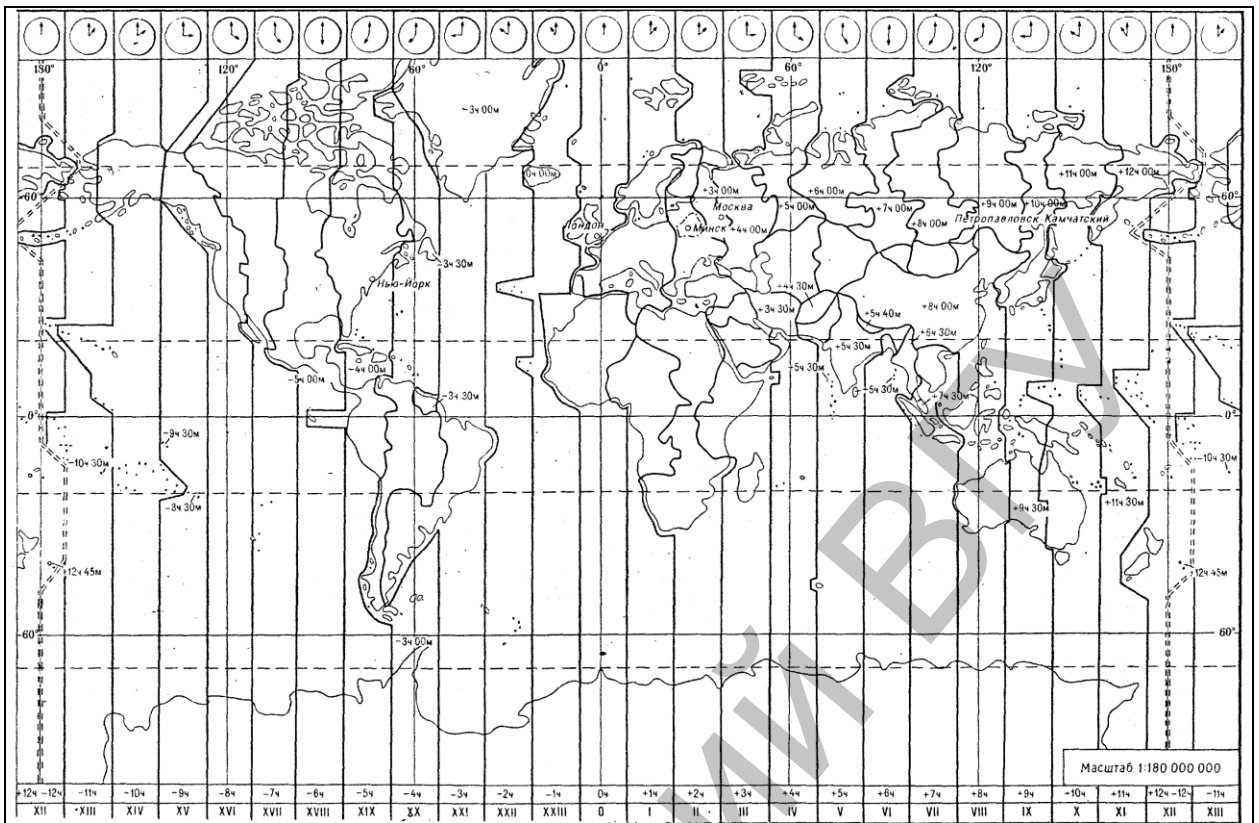


Рис. 2. Карта часовых поясов.

Задание 2. Пользуясь рис.3, выполните следующие задания.

А). Определите поясное время и дату в 12-м поясе к востоку и в 12-м поясе к западу от нулевого пояса, если в нулевом часовом поясе 24 ч 20 апреля. Стало ли вам понятно, почему пришлось ввести линию перемены дат?

Б). Экспедиция Ф. Магеллана прибыла в Испанию в пятницу, а по счету времени на корабле в четверг. Как случилось, что моряки потеряли день? Что должен знать путешественник, пересекая линию перемены дат?

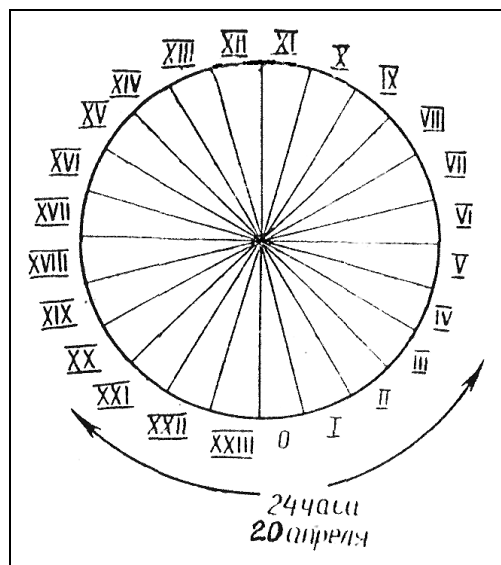


Рис. 3. Часовые пояса.

Лабораторная работа № 4

Движение Земли по орбите вокруг Солнца и его географические следствия.

4.1. Работа с теллурием

Опрос по теме: «Земля во Вселенной. Земля как планета» (рис. 1-3).

Задание 1. Работа с теллурием.

А). Ознакомьтесь с устройством теллурия.

Б). Продемонстрируйте положение Земли в дни солнцестояний и равноденствий.

В). Зарисуйте в тетради положение Земли по отношению к Солнцу 22 июня, 22 декабря, 21 марта, 23 сентября. Проведите светоразделительную линию и ось Земли. Нанесите экватор, полярные круги, тропики. Объясните положение этих линий.

Г). Сделайте вывод о географических следствиях вращения Земли вокруг Солнца.

Д). Ось планеты, вращающейся вокруг Солнца, перпендикулярна плоскости орбиты. Охарактеризуйте смену времен года на этой планете.

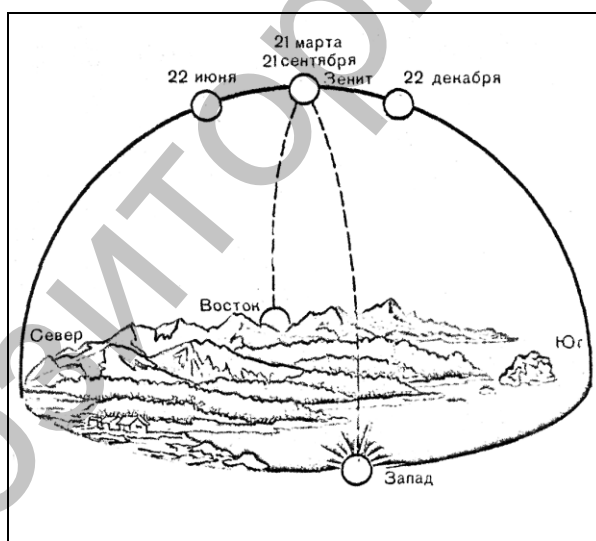


Рис. 1. Видимое движение Солнца на экваторе (Солнце в полдень – в зените).

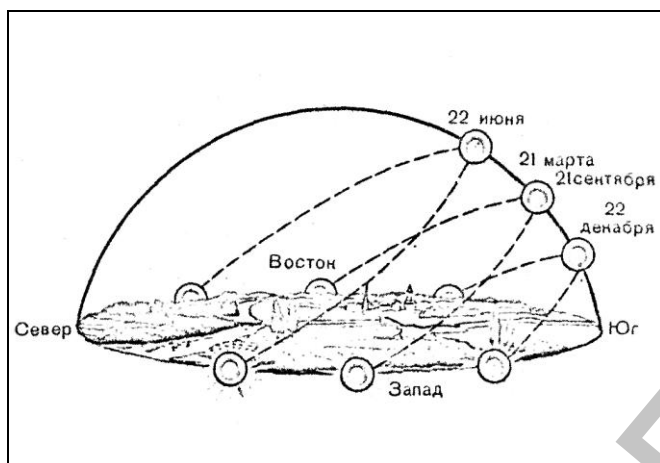


Рис. 2. Видимое суточное движение Солнца в умеренном поясе в дни солнцестояния и равноденствия (на 45° с.ш.).

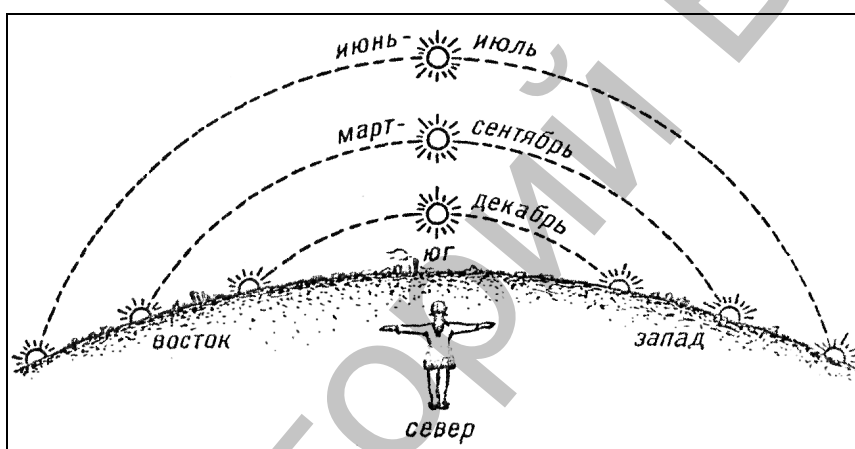


Рис. 3. Дневной путь Солнца в различное время года в Минске.

4.2. Определение продолжительности дня и ночи на разных широтах, в разные времена года

Задание 1. Перечертите в тетрадь табл. 1, заполните ее, вычислив продолжительность самого короткого дня для указанных широт.

Таблица 1

Продолжительность самого короткого и самого длинного дня на разных широтах

	Геоширота, °с.ш.							
	0	10	20	30	40	50	60	66,5
Самый длинный день	12ч.	12ч. 35мин	13ч. 13мин.	13ч. 56мин.	14ч. 51мин	16ч. 04мин	18ч. 30мин	24ч.
Самый короткий день								

Задание 2. Постройте кривые продолжительности самого короткого и самого длинного дней на разных широтах северного полушария, используя данные табл. 1. Кривые расположите на одной системе координат, изобразив их разным цветом. На горизонтальной оси покажите геошироту, на вертикальной – продолжительность дня.

Рекомендуемые масштабы: горизонтальный – в 1 см 5 ° ш., вертикальный – в 1 см 2 часа.

Определите по графику продолжительность самого короткого и самого длинного дней для следующих пунктов: а) Мурманска, б) Витебска, в) Нью-Йорка, г) Парижа, д) Москвы, е) Каира, ж) Мехико.

Задание 3. Изобразите на поверхности Земли пояса освещенности разным цветом и дайте им характеристику по плану:

- 1) название;
- 2) границы;
- 3) пределы полуденной высоты Солнца;
- 4) минимальная и максимальная продолжительность дня и ночи.

МАТЕРИАЛ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Основные географические понятия и термины

Часть 1

- | | |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| 1. Географическая оболочка | 20. Карта |
| 2. Компоненты географической оболочки | 21. Градусная сеть |
| 3. Элементы географической оболочки | 22. Азимут |
| 4. Солнечная система | 23. Широтная зональность |
| 5. Эклиптика | 24. Земная ось |
| 6. Орбита | 25. Силы Кориолиса |
| 7. Барический центр | 26. Географические полюса |
| 8. Терминатор | 27. Меридианы |
| 9. Реголит | 28. Параллели |
| 10. Солнечное затмение | 29. Географическая широта |
| 11. Лунное затмение | 30. Географическая долгота |
| 12. Астероид | 31. Экватор |
| 13. Комета | 32. Тропик |
| 14. Метеорит | 33. Полярный круг |
| 15. Метеор | 34. Звездные сутки |
| 16. Болид | 35. Солнечные (истинные) сутки |
| 17. Геоид | 36. Местное время |
| 18. Глобус | 37. Поясное время |
| 19. Горизонт | 38. Всемирное время |
| | 39. Начальный (нулевой) меридиан |
| | 40. Часовой пояс |

41. Линия перемены дат
42. Звездный год
43. Тропический год
44. День летнего солнцестояния
45. День зимнего солнцестояния
46. День весеннего (осеннего)
равноденствия
47. Пояса освещения
48. Календарь
49. Солнечный календарь
50. Афелий

51. Перигелий
52. Магнитосфера
53. Магнитопауза
54. Магнитный меридиан
55. Магнитный полюс
56. Магнитное склонение
57. Магнитное наклонение
58. Изогона
59. Изоклина
60. Напряженность магнитного поля

Репозиторий ВГУ

МОДУЛЬ 2. ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ОБОЛОЧКА

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Тема 4. Литосфера

4.1. Строение и состав литосферы

Термин «литосфера» употребляется в науке с середины 19 в., но современное значение он приобрел менее полувека назад. Еще в геологическом словаре издания 1955 г. сказано: *литосфера* – то же, что земная кора. В словаре издания 1973 г. и в последующих: *литосфера...* в современном понимании включает земную кору... и жесткую *верхнюю часть верхней мантии* Земли. Верхняя мантия – это геологический термин, обозначающий очень большой слой; верхняя мантия имеет мощность до 500, по некоторым классификациям – свыше 900 км, а в состав литосферы входят лишь верхние от нескольких десятков до двух сотен километров.

Литосфера – это внешняя оболочка «твёрдой» Земли, расположенная ниже атмосферы и гидросферы над астеносферой. Мощность литосферы изменяется от 50 км (под океанами) до 100 км (под материками). В её составе – земная кора и субстрат, входящий в состав верхней мантии. Границей между земной корой и субстратом служит поверхность Мохоровичича, при пересечении которой сверху вниз скачкообразно увеличивается скорость продольных сейсмических волн. Пространственное (горизонтальное) строение литосферы представлено её крупными блоками – т.н. литосферными плитами, отделёнными друг от друга глубинными тектоническими разломами. Литосферные плиты движутся в горизонтальном направлении со средней скоростью 5-10 см в год.

Строение и мощность земной коры неодинаковы: та её часть, которую можно назвать материковой, имеет три слоя (осадочный, гранитный и базальтовый) и среднюю мощность около 35 км. Под океанами её строение более простое (два слоя: осадочный и базальтовый), средняя мощность – около 8 км. Выделяются также переходные типы земной коры (см. тема 3).

В науке прочно укрепилось мнение, что земная кора в том виде, в котором она существует, есть производное от мантии. В течение всей геологической истории происходил направленный необратимый процесс обогащения поверхности Земли веществом из земных недр. В строении земной коры принимают участие три основных типа горных пород: *магматические, осадочные и метаморфические.*

Магматические породы образуются в недрах Земли в условиях высоких температур и давлений в результате кристаллизации магмы. Они составляют 95% массы вещества, слагающего земную кору. В зависимости от условий, в которых происходил процесс застывания магмы, формируются интрузивные (образовавшиеся на глубине) и эффузивные (излившиеся на поверхность)

горные породы. К интрузивным относятся: гранит, габбро, к изверженным – базальт, липарит, вулканический туф и др.

Осадочные породы образуются на земной поверхности различными путями: часть из них формируется из продуктов разрушения пород, образовавшихся ранее (обломочные: пески, гелечники), часть за счет жизнедеятельности организмов (органогенные: известняки, мел, ракушечник; кремнистые породы, каменный и бурый уголь, некоторые руды), глинистые (глины), химические (каменная соль, гипс).

Метаморфические породы образуются в результате превращения пород другого происхождения (магматических, осадочных) под воздействием различных факторов: высокой температуры и давления в недрах, контакта с породами другого химического состава и др. (гнейсы, кристаллические сланцы, мрамор и др.).

Большую часть объема земной коры занимают кристаллические породы магматического и метаморфического происхождения (около 90%). Однако для географической оболочки более существенна роль маломощного и прерывистого осадочного слоя, который на большей части земной поверхности непосредственно контактирует с водой, воздухом, принимает активное участие в географических процессах (мощность – 2,2 км: от 12 км в прогибах, до 400 – 500 м в океаническом ложе). Наиболее распространены – глины и глинистые сланцы, пески и песчаники, карбонатные породы. Важную роль в географической оболочке играют лёссы и лёссовидные суглинки, слагающие поверхность земной коры во внеледниковых районах северного полушария.

В земной коре – верхней части литосферы – обнаружено 90 химических элементов, но только 8 из них широко распространены и составляют 97,2%. По А.Е. Ферсману, они распределяются следующим образом: кислород – 49%, кремний – 26, алюминий – 7,5, железо – 4,2, кальций – 3,3, натрий – 2,4, калий – 2,4, магний – 2,4%.

Земная кора разделена на отдельные геологически разновозрастные, более или менее активные (в динамическом и сейсмическом отношении) глыбы, которые подвержены постоянным движениям, как вертикальным, так и горизонтальным. Крупные (несколько тысяч километров в поперечнике), относительно устойчивые глыбы земной коры с низкой сейсмичностью и слабо расчленённым рельефом получили название платформ (*plat* – плоский, *form* – форма (фр.)). Они имеют кристаллический складчатый фундамент и разновозрастный осадочный чехол. В зависимости от возраста, платформы делятся на древние (докембрийские по возрасту) и молодые (палеозойские и мезозойские). Древние платформы являются ядрами современных континентов, общее вздымание которых сопровождалось более быстрым поднятием или опусканием их отдельных структур (щиты и плиты).

Субстрат верхней мантии, располагающийся на астеносфере, представляет собой своеобразную жёсткую платформу, на которой в процессе геологического развития Земли формировалась земная кора. Вещество астеносферы, по-видимому, отличается пониженной вязкостью и испытывает медленные перемещения (токи), которые, предположительно, являются

причиной вертикальных и горизонтальных движений литосферных блоков. Они находятся в положении изостазии, предполагающем их взаимное уравновешивание: поднятие одних областей обуславливает опускание других.

4.2. Концепции развития литосферы

До настоящего времени нет единого представления о путях развития литосферы. Существует несколько тектонических концепций, каждая из которых хотя и основана на бесспорных фактах, однако отражает одну сторону тектонической истории Земли, не охватывая общего ее хода, и противоречит другим фактам, которые, в свою очередь, удачно объясняются другой теорией. Такое состояние тектонической проблемы объясняется тем, что геология и геофизика основывают свои выводы на исследовании материков, которые занимают всего 29,2% Земли, а изучение океанического дна, т.е. большей части планеты, только еще началось.

1. «Фиксисты» (от лат. неподвижный, неизменный) утверждают, что материки всегда оставались на тех местах, которые они занимают сейчас, и всю историю рельефа, палеоклиматов и органического мира пытаются объяснить с этих позиций.

2. «Мобилисты» (от лат. – подвижный) доказывают, что блоки литосферы движутся. Эта теория особенно укрепилась в последние годы в связи с получением новых фактических материалов при исследовании дна океанов.

3. Концепция роста материков за счет дна океанов. Сторонники этой концепции считают, что первоначальные материки образовались в виде сравнительно небольших массивов (теперь составляющие платформы материков), а затем разрастались за счет образования гор на океанском дне, примыкающем к краям первоначальных «ядер» суши.

4. Увеличение размеров суши происходит путем образования гор в геосинклиналиях. Геосинклинальный процесс, как один из основных в развитии коры материков, положен в основу дальнейшего объяснения развития рельефа суши.

5. Ротационная теория. Поскольку фигура Земли не совпадает с поверхностью математического сфероида и перестраивается в связи с неравномерным вращением, зональные полосы и меридиональные секторы на вращающейся планете неизбежно тектонически неравнозначны, с разной степенью активности реагируют на тектонические напряжения, вызванные внутриземными процессами.

Теория литосферных плит впервые высказана Е. Быхановым (1877) и окончательно разработана немецким геофизиком А. Вегенером (1912). Согласно этой гипотезе до верхнего палеозоя земная кора была собрана в материк Пангею, окруженную водами океана Панталласа (частью этого океана было море Тетис). В мезозое начались расколы и дрейф (плавание) отдельных ее глыб (материков). Материки, сложенные относительно легким веществом, которое Вегенер называл «сиаль» (силициум-алюминий), «плавали» по поверхности вещества более тяжелого – «сима» (силициум-магний). Первой

отделилась и сместилась к западу Ю. Америка, затем отошла Африка, позднее Антарктида, Австралия и С. Америка. Разработанный позднее вариант гипотезы мобилизма допускает существование в прошлом двух гигантских праматериков – Лавразии и Гондваны. Из первой образовались С. Америка и Азия, из второй – Ю. Америка, Африка, Антарктида и Австралия, Аравия и Индостан.

Поначалу данная гипотеза (теория мобилизма) покорила всех, ее приняли с восторгом, но через 2-3 десятилетия выяснилось, что физические свойства пород не допускают такого «плавания», и на теории дрейфа материков был поставлен жирный крест. Вплоть до 1960-х гг. господствующей системой воззрений на динамику и развитие земной коры была т. н. теория фиксизма (*fixus* – твёрдый; неизменный; закреплённый (лат.)), утверждавшая неизменное (фиксированное) положение континентов на поверхности Земли и ведущую роль вертикальных движений в развитии земной коры.

Лишь к 60-м годам, когда уже была открыта общемировая система срединно-океанических хребтов, построили практически новую теорию, в которой от гипотезы А. Вегенера осталось только изменение взаимного расположения материков, в частности объяснение сходства очертаний континентов по обе стороны Атлантики.

Важнейшее отличие **современной тектоники плит** (новая глобальная тектоника) от гипотезы А. Вегенера состоит в том, что у А. Вегенера материки двигались по веществу, которым сложено океаническое дно, в современной же теории в движении участвуют плиты, в состав которых входят участки и суши и дно океана; границы между плитами могут проходить и по дну океана, и по суше, и по границам материков и океанов.

Движение литосферных плит (крупнейшие: Евразийская, Индо-Австралийская, Тихоокеанская, Африканская, Северо-Американская, Южно-Американская, Антарктическая) происходит по астеносфере – слою верхней мантии, который подстигает литосферу и обладает вязкостью и пластичностью. В местах срединно-океанических хребтов литосферные плиты наращиваются за счет вещества, поднимающегося из недр, и раздвигаются по оси разломов или *рифтов* в стороны – **спрединг** (англ. *spreading* - расширение, распространение). Но поверхность земного шара не может увеличиваться. Возникновение новых участков земной коры по сторонам от срединно-океанических хребтов должно где-то компенсироваться ее исчезновением. Если мы считаем, что литосферные плиты достаточно устойчивы, естественно предположить, что исчезновение коры, как и образование новой, должно происходить на границах сближающихся плит. При этом могут быть три различных случая:

- сближаются два участка океанической коры;
- участок континентальной коры сближается с участком океанической;
- сближаются два участка континентальной коры.

Процесс, происходящий при сближении участков океанической коры, может быть схематически описан так: край одной плиты несколько поднимается, образуя островную дугу; другой уходит под него, здесь уровень верхней поверхности литосферы понижается, формируется глубоководный океанический желоб. Таковы Алеутские острова и обрамляющий их Алеутский

желоб; Курильские острова и Курило-Камчатский желоб; Японские острова и Японский желоб; Марианские острова и Марианский желоб - это в Тихом океане. В Атлантическом – Антильские острова и желоб Пуэрто-Рико; Южные Сандвичевы острова и Южно-Сандвичев желоб. Движение плит относительно друг друга сопровождается значительными механическими напряжениями, поэтому во всех этих местах наблюдаются высокая сейсмичность, интенсивная вулканическая деятельность. Очаги землетрясений располагаются в основном на поверхности соприкосновения двух плит и могут быть на большой глубине. Край плиты, ушедшей вглубь, погружается в мантию, где постепенно превращается в мантийное вещество. Погружающаяся плита подвергается разогреву, из нее выплавляется магма, которая изливается в вулканах островных дуг.

Процесс погружения одной плиты под другую носит название **субдукция** (буквально – поддвигание). Когда движутся друг другу навстречу участки континентальной и океанической коры, процесс идет примерно также, как в случае встречи двух участков океанической коры, только вместо островной дуги образуется мощная цепь гор вдоль берега материка. Так же погружается океаническая кора под материковый край плиты образуя глубоководные желоба (характерны интенсивные вулканические и сейсмические процессы). Типичный пример – Кордильеры Центральной и Южной Америки и идущая вдоль берега система желобов – Центральноамериканский, Перуанский и Чилийский.

При сближении двух участков континентальной коры край каждой из них испытывает складкообразование (характерны разломы, формируются горы, интенсивны сейсмические процессы). Наблюдается и вулканизм, но меньше, чем в первых двух случаях, т.к. земная кора в таких местах очень мощная. Так образовался Альпийско-Гималайский горный пояс, протянувшийся от Северной Африки и западной оконечности Европы через всю Евразию до Индокитая; в его состав входят самые высокие горы на Земле, по всему его протяжению наблюдается высокая сейсмичность, на западе пояса есть действующие вулканы.

Согласно прогнозу, при сохранении общего направления движения литосферных плит, значительно расширятся Атлантический океан, Восточно-Африканские рифты (они заполнятся водами МО) и Красное море, которое напрямую соединит Средиземное море с Индийским океаном.

Переосмысление идей А. Вегенера привело к тому, что, вместо дрейфа континентов, вся литосфера стала рассматриваться как подвижная твердь Земли, и данная теория, в конечном итоге, свелась к так называемой «тектонике литосферных плит» (на сегодняшний день – «новая глобальная тектоника»).

Основные положения новой глобальной тектоники состоят в следующем:

1. Литосфера Земли, включающая кору и самую верхнюю часть мантии, подстилается более пластичной, менее вязкой оболочкой – астеносферой.
2. Литосфера разделена на ограниченное число крупных, несколько тысяч километров в поперечнике, и среднего размера (около 1000 км) относительно жестких и монолитных плит.
3. Литосферные плиты перемещаются друг относительно друга в

горизонтальном направлении; характер этих перемещений может быть тройким:

а) раздвиг (спрединг) с заполнением образующегося зияния новой корой океанического типа;

б) поддвиг (субдукция) океанской плиты под континентальную или океаническую же с возникновением над зоной субдукции вулканической дуги или окраинно-континентального вулкано-плутонического пояса;

в) скольжение одной плиты относительно другой по вертикальной плоскости т. н. трансформных разломов, поперечных к осям срединных хребтов.

4. Перемещение литосферных плит по поверхности астеносферы подчиняется теореме Эйлера, гласящей, что перемещение сопряженных точек на сфере происходит вдоль окружностей, проведенных относительно оси, проходящей через центр Земли; места выхода оси на поверхность получили название полюсов вращения, или раскрытия.

5. В масштабе планеты в целом спрединг автоматически компенсируется субдукцией, т. е. сколько за данный промежуток времени рождается новой океанической коры, столько же более древней океанической коры поглощается в зонах субдукции, благодаря чему объем Земли остается неизменным.

6. Перемещение литосферных плит происходит под действием конвективных течений в мантии, включая астеносферу. Под осями раздвига срединных хребтов образуются восходящие течения; они превращаются в горизонтальные на периферии хребтов и в нисходящие в зонах субдукции на окраинах океанов. Сама конвекция имеет своей причиной накопление тепла в недрах Земли вследствие его выделения при распаде естественно-радиоактивных элементов и изотопов.

Новые геологические материалы о наличии вертикальных токов (струй) расплавленного вещества, поднимающихся от границ самого ядра и мантии к земной поверхности, легли в основу построения новой, т. н. «плюмовой» тектоники, или гипотезы плюмов. Она опирается на представления о внутренней (эндогенной) энергии, сосредоточенной в нижних горизонтах мантии и во внешнем жидком ядре планеты, запасы которой практически неисчерпаемы. Высокоэнергетические струи (плюмы) пронизывают мантию и устремляются в виде потоков в земную кору, определяя тем самым все особенности тектоно-магматической деятельности. Некоторые приверженцы плюмовой гипотезы склонны даже считать, что именно этот энергообмен лежит в основе всех физико-химических преобразований и геологических процессов в теле планеты.

В последнее время многие исследователи все больше стали склоняться к мысли, что неравномерным распределением эндогенной энергии Земли, как и периодизацией некоторых экзогенных процессов, управляют внешние по отношению к планете (космические) факторы. Из них наиболее действенной силой, непосредственно влияющей на геодинамическое развитие и преобразование вещества Земли, по-видимому, служит эффект гравитационного воздействия Солнца, Луны и других планет, с учётом

инерционных сил вращения Земли вокруг своей оси и её движения по орбите. Основанная на этом постулате *концепция центробежно-планетарных мельниц* позволяет, во-первых, дать логическое объяснение механизму дрейфа материков, во-вторых – определить главные направления подлитосферных потоков.

4.3. Движения литосферы. Эпейрогенез. Орогенез.

Взаимодействие земной коры с верхней мантией – причина глубинных тектонических движений, возбуждаемых вращением планеты, тепловой конвекцией или гравитационной дифференциацией вещества мантии (медленное опускание более тяжелых элементов вглубь и поднятие более легких кверху), зона их появления до глубины около 700 км получила название **тектоносферы**.

Существует несколько классификаций тектонических движений, каждая из которых отражает одну из сторон – направленность (вертикальные, горизонтальные), место проявления (поверхностные, глубинные) и т.п.

С географической точки зрения удачным представляется деление тектонических движений на колебательные (эпейрогенические) и складкообразовательные (орогенические).

Сущность **эпейрогенических движений** сводится к тому, что огромные участки литосферы испытывают медленные поднятия или опускания, являются существенно вертикальными, глубинными, проявление их не сопровождается резким изменением первоначального залегания горных пород. Эпейрогенические движения были повсюду и во все времена геологической истории. Происхождение колебательных движений удовлетворительно объясняется гравитационной дифференциацией вещества в Земле: восходящим токам вещества отвечают поднятия земной коры, нисходящим – опускания. Скорость и знак (поднятие – опускание) колебательных движений меняются и в пространстве, и во времени. В их последовательности наблюдается цикличность с интервалами от многих миллионов лет до нескольких тысяч столетий.

Для становления современных ландшафтов большое значение имели колебательные движения недавнего геологического прошлого – неогена и четвертичного периода. Они получили название *новейших или неотектонических*. Размах неотектонических движений очень значителен. В горах Тянь-Шаня, например, их амплитуда достигает 12-15 км и без неотектонических движений на месте этой высокой горной страны существовал бы пенеплен – почти равнина, возникшая на месте разрушенных гор. На равнинах амплитуда неотектонических движений намного меньше, но и здесь многие формы рельефа – возвышенности и низменности, положение водоразделов и речных долин – связаны с неотектоникой.

Новейшая тектоника проявляется и в настоящее время. Скорость современных тектонических движений измеряется миллиметрами, реже первыми сантиметрами (в горах). На Русской равнине максимальные скорости

поднятия до 10 мм в год установлены для Донбасса и северо-востока Приднепровской возвышенности, максимальные опускания, до 11,8 мм в год – в Печорской низменности.

Следствиями эпейрогенических движений являются:

1. Перераспределение соотношения между площадями суши и моря (регрессия, трансгрессия). Лучше всего изучать колебательные движения, следя за поведением береговой линии, потому что при колебательных движениях граница между сушей и морем смещается вследствие расширения площади моря за счет сокращения площади суши или сокращения площади моря за счет увеличения площади суши. Если суша поднимается, а уровень моря остается неизменным, то ближайшие к береговой линии участки морского дна выступают на дневную поверхность – происходит *регрессия*, т.е. отступление моря. Опускание суши при неизменном уровне моря, либо повышение уровня моря при стабильном положении суши влечет *трансгрессию* (наступление) моря и затопление более или менее значительных участков суши. Таким образом, главной причиной трансгрессий и регрессий являются поднятия и опускания твердой земной коры.

Значительное увеличение площади суши или моря не может не сказаться на характере климата, который становится более морским или более континентальным, что с течением времени должно отразиться на характере органического мира и почвенного покрова, изменится конфигурация морей и материков. В случае регрессии моря некоторые материки, острова могут соединиться, если разделяющие их проливы были неглубокими. При трансгрессии, наоборот, происходит разъединение масс суши на обособленные материки или отделение от материка новых островов. Наличием колебательных движений в значительной степени объясняется эффект разрушительной деятельности моря. Медленная трансгрессия моря на крутые побережья сопровождается выработкой *абразионной* (абразия – срезание морем берега) поверхности и ограничивающего ее со стороны суши абразионного уступа.

2. В связи с тем, что колебания земной коры происходят в разных точках либо с разным знаком, либо с разной интенсивностью – меняется сам вид земной поверхности. Чаще всего поднятия или опускания, охватывающие обширные районы, создают на ней крупные волны: при поднятиях – купола огромных размеров, при опусканиях – чаши и огромные депрессии

При колебательных движениях может случиться, что когда один участок поднимается, а соседний с ним опускается, то на границе между такими различно движущимися участками (а также и внутри каждого из них) происходят разрывы, в силу чего отдельные глыбы земной коры приобретают самостоятельное движение. Подобный разрыв, при котором горные породы перемещаются вверх или вниз друг относительно друга вдоль вертикальной или почти вертикальной трещины, называется *сбросом*. Образование сбросовых трещин есть следствие растяжения земной коры, а растяжение почти всегда связывается с областями поднятия, где литосфера вспучивается, т.е. профиль ее делается выпуклым.

Складкообразовательные движения – движения земной коры, в

результате которых образуются складки, т.е. различной сложности волнообразный изгиб пластов. Отличаются от колебательных (эпейрогенических) рядом существенных признаков: они эпизодичны во времени, в отличие от колебательных, которые никогда не прекращаются; они не повсеместны и каждый раз приурочены к относительно ограниченным участкам земной коры; охватывая очень большие промежутки времени, складкообразовательные движения тем не менее протекают быстрее, чем колебательные, и сопровождаются высокой магматической активностью. В процессах складкообразования движение вещества земной коры всегда идет по двум направлениям: по горизонтальному и по вертикальному, т.е. тангенциально и радиально. Следствием тангенциального движения и является образование складок, надвигов и т.п. Движение вертикальное приводит к поднятию сминаемого в складки участка литосферы и к его геоморфологическому оформлению в виде высокого вала – горного хребта. Складкообразовательные движения характерны для геосинклинальных областей и слабо представлены или совсем отсутствуют на платформах.

Колебательные и складкообразовательные движения – это две крайние формы единого процесса движения земной коры. Колебательные движения первичны, универсальны, временами, при определенных условиях и на определенных территориях они перерастают в движения орогенические: в поднимающихся участках возникает складчатость.

Наиболее характерным внешним выражением сложных процессов движения земной коры является образование гор, горных хребтов и горных стран. Вместе с тем на участках различной «жесткости» оно протекает по-разному. В областях развития мощных толщ осадков, еще не подвергавшихся складкообразованию и, следовательно, не утеревших способность к пластическим деформациям, сперва происходит образование складок, а затем воздымание всего сложного складчатого комплекса. Возникает громадная выпуклость антиклинального типа, которая впоследствии, будучи расчлененной деятельностью рек, превращается в горную страну.

В областях, уже подвергшихся складчатости в прошлые периоды своей истории, поднятие земной коры и образование гор совершается без нового складкообразования, с господствующим развитием сбросовых дислокаций. Эти два случая наиболее характерны и отвечают двум главным типам горных стран: **типу складчатых гор** (Альпы, Кавказ, Кордильеры, Анды) и **типу глыбовых гор** (Тянь-Шань, Алтай).

Подобно тому, как горы на Земле свидетельствуют о поднятиях земной коры, равнины свидетельствуют об опусканиях. Чередование выпуклостей и впадин наблюдается и на дне океана, следовательно, и оно затронуто колебательными движениями (подводные плато и котловины говорят о погруженных платформенных структурах, подводные хребты – о затопленных горных странах).

4.4. Геосинклинали и платформы

Геосинклинальные области и платформы образуют главнейшие структурные блоки земной коры, находящие отчетливое выражение в современном рельефе.

Самыми молодыми структурными элементами материковой земной коры являются геосинклинали. **Геосинклиналь** – это высокоподвижный, линейно-вытянутый и сильно расчлененный участок земной коры, характеризующийся разнонаправленными тектоническими движениями высокой интенсивности, энергичными явлениями магматизма, включая вулканизм, частыми и сильными землетрясениями. Геологическая структура, возникшая там, где движения имеют геосинклинальный характер, носит название *складчатой зоны*. Таким образом, очевидно, что складкообразование характерно, прежде всего, для геосинклиналей, здесь оно проявляется в наиболее полной и яркой форме. Процесс геосинклинального развития сложен и во многом еще не достаточно изучен.

В своём развитии геосинклиналь проходит несколько стадий. *На ранней стадии* развития в них наблюдается общее погружение и накопление мощных толщ морских осадочных и вулканогенных пород. Из осадочных пород для этой стадии характерны флиши (закономерное тонкое чередование песчаников, глины и мергелей), а из вулканических – лавы основного состава. *На средней стадии*, когда в геосинклиналях накапливается толща осадочно-вулканических пород мощностью 8-15 км, процессы погружения сменяются постепенным воздыманием, осадочные породы подвергаются складкообразованию, а на больших глубинах – метаморфизации, по трещинам и разрывам, пронизывающим их, внедряется и застывает кислая магма. *В позднюю стадию* развития на месте геосинклинали под влиянием общего воздымания поверхности возникают высокие складчатые горы, увенчанные активными вулканами с излиянием лав среднего и основного состава; впадины заполняются континентальными отложениями, мощность которых может достигать 10 км и более. С прекращением процессов воздымания высокие горы медленно, но неуклонно разрушаются, пока на их месте не образуется холмистая равнина – пенеплен – с выходом на поверхность «геосинклинальных низов» в виде глубоко метаморфизованных кристаллических пород. Пройдя геосинклинальный цикл развития, земная кора утолщается, становится устойчивой и жесткой, не способной к новому складкообразованию. Геосинклиналь переходит в иной качественный блок земной коры – *платформу*.

Современными геосинклиналями на Земле являются области, занятые глубоководными морями, относимыми к группам внутренних, полузамкнутых и межостровных морей.

На протяжении геологической истории Земли наблюдался ряд эпох интенсивного складчатого горообразования с последующей сменой геосинклинального режима на платформенный. Наиболее древние из эпох складкообразования относятся к докембрийскому времени, затем следуют *байкальская* (конец протерозоя – начало кембрия), *каледонская* или *нижнепалеозойская* (кембрий, ордовик, силур, начало девона), *герцинская* или

верхнепалеозойская (конец девона, карбон, пермь, триас), *мезозойская* (*тихоокеанская*), *альпийская* (конец мезозоя – кайнозой).

Горы и нагорья, приуроченные к древним платформам (с докембрийским складчатым основанием). Горы и нагорья, сформированные в байкальскую складчатость (см. распечатку).

В нижнем палеозое около докембрийских платформ существовала геосинклиналь, получившая название каледонской. В конце силура и начале девона – в каледонскую горообразовательную эпоху – на месте этой геосинклинали возникли складчатые горы. Они занимали огромные площади в Европе, Азии, Америке и частично в Африке. До настоящего времени каледонские структуры сохранились в Шотландии (Северо-Шотландское нагорье), Скандинавии (Скандинавские горы), на Шпицбергене, Гренландии (Восточно-Гренландские), Лабрадоре, а также в Забайкалье, по Енисею, на западе Казахстана (Казахский мелкосопочник) и местами в Центральной Азии, т.е. вокруг всех трех северных платформ, а также частично в Австралии.

Во второй половине девонского и в каменноугольном периоде существовала герцинская геосинклиналь. Герцинский возраст имеют Урал, складчатый фундамент Западно-Сибирской низменности, Таймыр, равнины и многие горы Средней и центральной Азии, Месета, Центральный Французский массив, горы Средней Европы, Аппалачи, Капская область, Австралийские Альпы.

Тихоокеанская геосинклиналь – система островов и горных хребтов – протягивается вдоль побережья Тихого океана по Восточной Азии, Новой Гвинее, Австралии, Новой Зеландии, Антарктическому полуострову и по западным берегам обеих Америк.

Альпийская геосинклиналь простирается от Атласа через Южную Европу, Крым, Кавказ, Переднюю Азию, Гималаи, Бирму до Индонезии, где она пересекается с Тихоокеанской.

Горообразовательные процессы происходили в конце мезозоя в Тихоокеанской геосинклинали и в третичном периоде – в Альпийской.

Геосинклинали в процессе своего развития переходят в платформенные области и таким образом увеличивают площади материков. Горы, возникшие в геосинклиналах, в последующем снижаются выветриванием и денудацией, а корни складок превращаются в фундамент платформы. Многие палеозойские платформы во время альпийской складчатости были затронуты повторным горообразованием и превратились в возрожденные горы.

В настоящее время геосинклинальные процессы характерны для тихоокеанского подвижного пояса (Курило-Камчатская островная гряда, Алеутские, Японские о-ва и др.), Карибского (Антильские о-ва), Средиземного и Черного морей и др. районов Земли.

Для современных геосинклинальных областей характерно сочетание глубоководных океанических желобов (Марианский, Курило-Камчатский), котловин окраинных морей (Японское, Охотское и др.), архипелагов островов (Японских, Курильских и др.).

Области земной коры, охваченные колебательными движениями малого

размаха и малой скорости, называются **платформами**. Геологическая структура, возникающая в платформенных условиях, тоже называется платформой. Общей чертой всех платформ помимо их жесткости, служит двухэтажная структура. *Нижний этаж*, или фундамент – наследие геосинклинального режима - состоит из смятых в складки, разбитых на блоки метаморфических пород – гнейсов, кристаллических сланцев и т.д., представляющих собой продукты древнейших складчатостей, которые завершились более 1,5 млрд. лет назад. На фундаменте горизонтально залегает платформенный чехол (*верхний этаж*) - толща слоистых осадочных горных пород, накопившихся в более поздние геологические периоды, свидетельствующая о небольшом размахе колебательных движений, вызывавших трансгрессии мелководных морей, сменявшихся затем регрессиями морей. Древние платформы отличает относительная стабильность, отсутствие складчатых движений, слабая дислоцированность. В рельефе им соответствуют большие равнины (включая отдельные внутриплатформенные горные страны). В пределах платформы выделяются следующие крупнейшие структурные единицы: *щиты* (выходы на поверхность кристаллических пород) и *плиты* (породы фундамента погружены на глубину и перекрыты осадочным чехлом). Для платформ также характерно чередование *антеклиз* – обширных пологих поднятий и *синеклиз* – столь же обширных и пологих прогибов. Средняя скорость новейших тектонических движений на платформах – 0,07-0,25 мм/год (в складчатых зонах – 1-3 мм/год).

Древнейшие докембрийские платформы расположены на Земле двумя широтными рядами. Первый находится в северных умеренных широтах (служит основой северных материков) и состоит из **Северо-Американской (включая Гренландию), Восточно-Европейской и Сибирской платформ**, второй ряд составляют платформы экваториальных материков (глыбы Гондваны) – **Южной Америки, Африки (с Аравией), Индостана, Китая (Восточно-Китайская, Южно-Китайская) и Австралии**. В стороне лежит **Антарктическая платформа**.

Гипотеза горизонтального движения материков северный ряд платформ связывает с расколом материка Лавразии, а южный ряд рассматривает в качестве частей огромного материка Гондваны.

Кроме докембрийских (по возрасту фундамента – надпротерозойские, или эпипротерозойские; от греч. еpi – после, над) существуют платформы байкальские, каледонские и герцинские, получившие название молодых платформ (эпибайкальские, эпикаледонские, эпигерцинские): Туранская, Западно-Сибирская, Патагонская.

На материках в платформенных областях преобладают низменности, равнины, плато, плоскогорья. Так, в области Русской равнины сформировалась Восточно-Европейская равнина, Южно-Американской платформе отвечают два элемента планетарного рельефа – Амазонская низменность и Бразильское нагорье.

Эпохи складкообразования в фанерозое имели глобальный характер и не могли не отразиться на структуре сложившихся к тому времени платформ.

Докембрийские платформы сохраняли стабильность, но более молодые, эпипалеозойские, в ряде крупных регионов испытывали серьезную перестройку, выразившуюся в общем сводовом поднятии, глубоких разломах и крупных вертикальных перемещениях глыб относительно друг друга. В результате *вторичного эпиплатформенного орогенеза возникают складчато-глыбовые горы* (возрожденные горы). Классический пример – Тянь-Шань, где возрождение горного рельефа произошло во время альпийского орогенеза.

Континентальные рифты (от англ. rift – щель, разлом) подобно геосинклиналям отличаются повышенной подвижностью земной коры, высокой сейсмичностью и вулканизмом. Однако рифтовые зоны как структурные элементы земной коры полная противоположность геосинклиналям. В геосинклиналях за погружением следует накопление мощных толщ осадков, затем орогенез и как конечный результат – *утолщение континентальной коры*. Рифтовые зоны возникают под влиянием восходящих движений в мантии, которая внедряясь в земную кору, приподнимает, дробит и частично перерабатывает ее. Осью рифтовой зоны является узкая тектоническая впадина – грабен (от нем. – ров). Рифтовые зоны на материках – это области деградации континентальной коры, ее перерождения в кору океаническую. Рифты разновозрастны: древние рифтовые зоны платформ называют *авлакогенами* (развивались на протяжении от рифея до кайнозоя). На Русской платформе крупнейшим авлакогеном является Припятско-Днепровско-Донецкий. Современные рифтовые системы были заложены в кайнозое. В их числе – Восточно-Африканская рифтовая система, в Западной Европе – Верхнерейнский грабен, в России – Байкальская рифтовая система.

4.5. Основные геотектуры поверхности Земли: материки и океаны.

Рассмотренные научные концепции с разных позиций объясняют происхождение и развитие основных форм рельефа (совокупность неровностей земной поверхности определенного геологического строения) поверхности земли.

Генетическую классификацию форм рельефа предложили И.П. Герасимов и Ю.А. Мещеряков. Они разделили рельеф на три крупные группы геотектуры, морфоструктуры и морфоскульптуры.

Геотектуры – это самые крупные (планетарные) формы рельефа, образованные космическими (осевое вращение, взаимодействие планет и спутников) и эндогенными процессами. К геотектурам относятся материковые выступы, ложе океана, переходные зоны и срединно-океанические хребты.

Под **морфоструктурами** в физической географии понимают крупные подразделения рельефа земной поверхности, в формировании которых ведущая роль принадлежала эндогенным процессам (в основном тектоническим движениям), протекающим в литосфере. Морфоструктурами являются мегаформы и макроформы рельефа: горы в пределах горных стран, части платформенных равнин.

Под воздействием экзогенных (внешних) факторов (текущих вод, ветра,

колебаний температуры, снежного и ледникового покрова) земная поверхность расчленяется на **морфоскульптуры** – более мелкие (макроформы – крупные речные долины; мезоформы, микроформы и наноформы) формы рельефа. Главная особенность морфоскульптур – их зональность, так как своеобразие форм, интенсивность их развития зависят от деятельности экзогенных процессов, источником энергии которых служит солнечная радиация.

Площадь поверхности Земли равна 510 млн. км². На долю МО приходится 70,8% или 361,06 млн. км², на долю суши – 29,2%, или 149,02 млн. км².

Двум качественно различным типам земной коры – материковому и океаническому – соответствуют два основных уровня планетарного рельефа (геотектуры) – поверхность материков и ложе Мирового океана, а также переходные зоны и срединно-океанические хребты.

Материки – изостатически уравновешенный массив материковой земной коры, имеющий структурное ядро в виде древней платформы, к которому примыкают более молодые складчатые структуры.

Материки шесть: Евразия, Африка, Северная Америка, Южная Америка, Антарктида и Австралия. Все материки достаточно хорошо изолированы друг от друга. Соединения Африки с Евразией и Южной Америки с Северной, будучи узкими и геологически очень молодыми, в сущности не нарушают этого правила.

Кроме геологически обусловленного деления суши на материки, существует еще деление ее на части света (сложились в ходе культурно-исторического развития), которых тоже шесть: Европа, Азия, Америка, Африка, Антарктида и Австралия. Часть света включает не только материк, но и примыкающие к нему острова. Значительно удаленные от материков острова Тихого океана образуют особую группу, называемую Океанией.

Меньшие, чем материки, массивы суши называются островами. Материковые, вулканические, коралловые. Примеры.

Расположение материков, а также различия в температуре и солености воды, системе течений и приливов и отливов позволяет разделить Мировой океан на части, называемые **океанами**. С 1996 года по решению комиссии по географическим названиям выделяют Южный океан (границы его варьируют от 37⁰ ю.ш. до 48⁰ ю.ш. на разных меридианах).

Вдаваясь в сушу, океан образует моря, заливы и проливы, которые в свою очередь, отчленяют от материка полуострова и острова. Моря, по их положению в отношении материков и характеру соединения с океанами могут быть окраинными, внутриматериковыми и средиземными.

Чем больше морей вдаётся в материк, тем сильнее он расчленен и тем извилистее его береговая линия. Степень расчлененности суши лучше всего выражается отношением площади полуостровов и островов к общей поверхности материка или части света.

Из общей площади частей света на острова и полуострова приходится: в Европе 34, Северной Америке 25, Азии 24, Австралии 19, Африке 2,1, Южной Америке 1,1%.

Обобщенный профиль земной поверхности можно представить **гипсографической кривой**, которая показывает соотношение площадей, лежащих на разных высотах на суше и в океане. Эти соотношения дают очень важную характеристику природы земной поверхности.

Профиль строится следующим образом: размеры площадей, занимающих различные высоты и глубины, снимаются с гипсометрических и батиграфических карт. Затем чертятся координатные оси. По линии ординат откладывают от 0 вверх высоты, а вниз – глубины; по линии абсцисс – площади в миллионах квадратных километров. Средняя высота суши 875 м (преобладают высоты менее 1000 м). В океане преобладают глубины от 3000 до 6000 м (средняя глубина 3790 м).

В расположении материков и океанов на Земле выявляются следующие закономерности:

1. Большая часть суши сосредоточена в Северном полушарии. Южное полушарие океаническое, 81% его площади покрыто водой и только 19% приходится на сушу. Северное полушарие – материковое, суша в нем занимает 39%, а вода – 61% общей поверхностью. Наиболее материковой является полоса, расположенная между 40 и 70⁰ с.ш., именно те же широты, только южного полушария, оказываются наиболее океаническими.

2. Материки образуют два ряда: северный, включающий Евразию и Северную Америку, и южный, или приэкваториальный, состоящий из Южной Америки, Африки и Австралии. Вне рядов остается Антарктида. Северные материки имеют разнообразный пересеченный рельеф, широкую материковую отмель и изрезанную береговую линию, что обусловлено сложным геологическим строением. Приэкваториальные континенты, как это видно на карте, характеризуются относительной простотой рельефа и береговой линии, и почти отсутствием шельфа, что объясняется сравнительно однородным их геологическим строением.

3. Северные материки простираются от тропических широт через умеренные в субполярные, тогда как южные находятся по обе стороны от экватора и не выходят за пределы субтропического пояса. Крайние северные точки материков северного полушария: Азия - мыс Челюскина 74 43' с.ш., Европа - мыс Нордкин 71 08' с.ш., Америка - мыс Мерчисон 71 50' с.ш. Южные материки оканчиваются в субтропиках. Их крайние южные мысы: Африка – мыс Игольный 34 51' ю.ш., Австралия – мыс Вильсон 39 11' ю.ш., континентальная плита Южной Америки заканчивается также около 40 ю.ш.

4. Материки располагаются антиподально: каждому матерiku на противоположном конце земного диаметра соответствует океан.

5. Описанные особенности расположения и характера материков свидетельствуют о зональности в распределении суши и моря по земной поверхности. Общепланетарная геоморфологическая зональность антисимметрична: материкам северного полушария в южном соответствуют океанические площади, морской Арктике – отвечает материковая Антарктида. Суша господствует над океаном между 40 и 70 с.ш.; а в южном полушарии именно в этих широтах простирается сплошное водное кольцо.

6. Все материки имеют форму клиньев или треугольников, острые вершины которых обращены на юг (менее выражена эта форма только у Австралии).

7. Меридионально вытянутые планетарные формы рельефа простираются S-образно. Такое направление свойственно Кордильерам, Андам, подводному Атлантическому хребту, восточному побережью Азии и Австралии и др.).

8. В расположении материков, кроме зональности, проявляется вторая обязательная черта природы – **секториальность**. Материки, как это показал еще А.П. Карпинский, располагаются в секторах наименьшей экваториальной оси земного сфероиды.

9. Между площадями континентов и их средними высотами имеется прямая зависимость: чем больше площадь континента, тем больше его средняя высота и мощность литосферы в его пределах; чем больше океан, тем он глубже и тоньше кора под ним. Максимальной мощности земная кора достигает под горами (60-70 км), минимальной – под океаном (5-10км). Такая зависимость определяется изостазией – большим материкам соответствует мощная литосфера, которая и глубоко погружается в мантию и высоко поднимается над ней.

10. Земная кора зонально и меридионально разрезана поясами разломов. 1) *Средиземноморский пояс разлома* (возник на месте океана Тетис) проходит около 35 с.ш. через Средиземное море, систему альпийских гор Северной Африки и Южной Европы, Кавказ, Переднюю Азию, Гималаи и Индокитай; он выражен молодыми горными цепями, провальными морями; к нему приурочены области повышенного вулканизма и сейсмичности. Параллельно первому в южном полушарии около 35 ю.ш. проходит 2) *пояс разлома южного полушария*, он выражен окончанием материков (в Южной Америке – материковой плиты). Вдоль обоих берегов Тихого океана в меридиональном направлении проходит 3) *Тихоокеанский пояс разлома*, к нему также приурочены молодые горы, цепочки островных дуг, сильный вулканизм и большая сейсмичность. В Центральной Америке и Юго-Восточной Азии Тихоокеанский и Средиземноморский пояса разломов пересекаются. 4) *Рифтовые зоны срединно-океанических хребтов*.

11. Парная группировка материков в континентальные «лучи» (Северная Америка с Южной, Европа с Африкой, Азия с Австралией), схождение континентальных лучей к северному полярному пространству и образование, так называемой, «континентальной звезды», которая особенно отчетливо вырисовывается на картах, построенных в звездной проекции. В каждой паре северный материк отделен от южного областью разлома земной коры.

Сходства, соответствия или подобия в расположении и конфигурации материков или их частей называются **географическими гомологиями** (сходство направлений западного берега Африки и восточного Южной Америки; общность в конфигурации атлантических берегов Европы и Северной Америки и др.).

В рельефе материков выделяют платформенные равнины и горные страны. Платформенные равнины составляют 64% суши, горные страны – 36%.

Платформенные равнины – наиболее распространенный тип рельефа докембрийских и эпипалеозойских платформ – выровненные участки поверхности с небольшим превышением относительных высот, соответствующие устойчивым участкам суши (платформам). Общая черта равнин – небольшие (меньше 200м) колебания высот при значительной протяженности. Они располагаются на разной высоте над уровнем моря, в связи с чем различают: 1) лежащие ниже уровня моря – *депрессии* (Прикаспийская низменность); 2) *низменные* равнины высотой от 0 до 200 м (Русская, Западно-Сибирская, Амазонская); 3) *возвышенные* равнины высотой от 200 до 500 м; 4) *нагорные* равнины, поднимающиеся выше 500 м. Чередуюсь с приподнятыми над ними сильно разрушенными горными хребтами, они образуют нагорья (Армянское, Иранское, Мексиканское), входящие составной частью в обширные горные системы.

Крупные участки возвышенных и нагорных равнин, ограниченные крутыми уступами от соседних более низких равнинных пространств, известны под названием *плато* (Устюрт, Заангарское, Тунгусское и др. плато на Среднесибирском плоскогорье).

По геологическому строению и истории развития равнины делятся на аккумулятивные, пластовые, денудационные и цокольные.

Аккумулятивные равнины обладают хорошо развитым покровом осадочных отложений, полностью скрывающий докембрийский и эпипалеозойский складчатый фундамент платформ и приурочены к областям прогибания в настоящее время (синеклизам). Подобные участки платформ принято называть плитами (Восточно –Европейская, Туранская, Западно-Сибирская, Амазонская, Великие равнины в Северной Америке). Выступы складчатого фундамента на поверхности аккумулятивных равнин отражают возвышенности и низменности.

Пластовые равнины также имеют два структурных этажа – складчатый фундамент и осадочный чехол. Однако мощность осадочного чехла намного меньше, чем у аккумулятивных равнин. Образовались пластовые равнины на территории, испытавшей погружение небольшой амплитуды. Значительные площади Восточно-Европейской и Северо-Американской платформ относятся к пластовым равнинам.

Денудационные равнины свойственны тем платформам или их участкам, которые на протяжении почти всей своей истории испытывали тенденцию к поднятию. Приурочены к антеклизам и щитам. Поверхность денудационных равнин представляет нижний складчатый этаж платформ, имевший в далеком прошлом горный рельеф, а затем превращенный процессами выветривания в пенеплен. На докембрийских платформах денудационные равнины характерны для щитов (цокольные), хотя и здесь они занимают не всю площадь последних.

Куэстовый рельеф образуется в случае моноклиального (с наклоном в одну сторону) залегания пластов горных пород различной твердости (куэсты Парижского бассейна, Валдайская возвышенность).

Шельфовые равнины – затопленные мелководными морями аккумулятивные равнины материков, сохраняющие реликтовые формы рельефа (например речные долины), образовавшиеся в надводных условиях.

Плоскогорья характерны для платформ с длительно выраженной тенденцией к поднятию (крупные приподнятые участки суши со сглаженными волнистыми водоразделами и глубоко расчлененным эрозией горным рельефом вблизи рек (Среднесибирское плоскогорье, размещающееся в пределах докембрийской Сибирской платформы; Бразильское, Декан, Восточно-Африканское). Плоскогорья есть и за пределами древних платформ, например Алазейское, Юкагирское, Оймяконское в Северо-Восточной Сибири (в области мезозойской складчатости), сложенные преимущественно вулканическими и метаморфическими породами.

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 нее есть вершина – наивысшая точка, подошва – линия пересечения с поверхностью равнины и склоны. *Горные цепи* – система горных хребтов, тянущаяся в направлении общего простирания горной страны. *Горный узел* – область пересечения двух или более горных хребтов или цепей.

По высоте горы подразделяются на *низкие* (500-1000 м) – предгорья Крыма, Кавказа, *средние* (1000-2000 м) – Урал, Карпаты, Сихотэ-Алинь, *высокие* (2000-5000 м) – Альпы, Гималаи, Кордильеры и *высочайшие* (от 5000 м).

По происхождению горы делятся на *тектонические, вулканические и эрозионные*.

Тектонические горы по классификации И.П. Герасимова и Ю.А. Мещерякова подразделяются на *молодые* (эпигеосинклинальные) и *возрожденные* (эпиплатформенные). Области молодых гор занимают 41%, возрожденных – 59% общей площади гор. Молодые горы являются складчатыми горами.

Складчатые горы – молодые горы, образовавшиеся на месте геосинклиналей во время альпийской эпохи складкообразования. Отличаются большой высотой, чередованием хребтов с крутыми склонами, совпадающих обычно с антиклиналями, и узких долин, соответствующих синклиналям (Альпы, Кавказ, Гималаи).

Складчато-глыбовые горы называют возрожденными, так как после своего возникновения в одну из древнейших эпох складкообразования они были пенепленезированы, а затем под влиянием неотектонических движений подверглись омоложению. Хребты, достигающие очень значительных высот (свыше 7000 м на Тянь-Шане), плосковершинны – следы древнего пенеплена. Другими словами, это бывшие платформенные равнины, раздробленные на глыбы, одни из которых взброшены вверх, другие опущены (Тянь-Шань, Саяны, горы Забайкалья, Урал).

Вулканические горы формируются при извержении вулканов и

накоплении вулканических осадков (вулканы Гавайских островов). **Эрозионные горы** образуются в результате эрозионного расчленения участка поверхности, сложенного горизонтально залегающими горными породами и поднятого на большую высоту. Для эрозионных гор характерны плоские вершины, крутые склоны, от подножий тянется шлейф, сложенный продуктами выветривания (типичные эрозионные горы распространены в Африке).

В горных станах часто встречаются *нагорья* – обширные территории, состоящие из чередующихся хребтов, плато и плоскогорий.

4.6. Современные тектонические проявления: вулканизм, землетрясения.

Внутренние части земного шара находятся в твердом состоянии, переход вещества в жидкую фазу всегда локально ограничен и вызывается либо местным разогревом под действием скопления радиоактивных веществ, либо ослаблением давления без дополнительного нагрева. Таким образом, в земной коре имеются отдельные более или менее обширные очаги жидких или тестообразных минеральных масс, возникающие преимущественно в участках, подвергшихся разломам с образованием трещин и, где наиболее вероятно уменьшение давления на глубине. Содержащиеся в этой жидкой массе, называемой **магмой**, газы увлекают ее вверх, по направлению к земной поверхности. Движение это может закончиться, пока магма еще не достигла поверхности; тогда она медленно застывает по землей и вновь становится твердым телом, дав начало магматическим горным породам, а именно *интрузивным*, или глубинным. Если же магма, достигая поверхности, выльется из нее и здесь затвердеет, то получившиеся в результате этого магматические породы называются *эффузивными*, или излившимися.

Вулканизмом называют совокупность процессов, связанных с проникновением в земную кору и излиянием на поверхность изнутри Земли расплавленной и насыщенной газами минеральной массы – магмы. Излившись на поверхность и потеряв летучие компоненты, магма превращается в лаву. Вулканы извергают также рыхлые продукты – пепел и камни.

Вулкан – геологическое образование, возникающее над тектоническими трещинами и каналами в земной коре, по которым из глубинных магматических очагов на земную поверхность извергаются вулканические продукты: лава, пепел, газы, водяные пары, обломки горных пород и др.

Вулканическая деятельность проявляется в создании специфических вулканических форм рельефа. Она же участвует в преобразовании океанической коры в континентальную.

Вулканизм – следствие и одно из проявлений современной тектонической активности Земли. Действующих вулканов сейчас насчитывается около 800, наиболее активных несколько более 50, потухших – десятки тысяч.

Современные вулканические процессы распространены вдоль молодых складчатых и тектонических подвижных областей и крупных разломов. Выделяют следующие вулканические пояса:

1. Тихоокеанский пояс («огненное кольцо») начинается на п-ове Камчатка, далее проходит через систему Курильских, Японских, Филиппинских о-вов, Новую Гвинею, Соломоновы, Ново-Гебридские, Ново-Зеландские о-ва, через море Росса, вулканические острова около Антарктиды, Огненную Землю, Анды, Центральную Америку, вдоль Кордильер и замыкается вулканами Алеутских островов.

2. Средиземноморская зона включает вулканы Апеннинского п-ова, о. Сицилии, Липарских о-вов, Эгейского моря, п-ова Малой Азии, Кавказа, Иранского нагорья, Зондских о-вов.

3. Атлантическая вулканическая область занимает о-ва Срединно-Атлантического хребта: Ян-Майен, Исландия, Азорские, Вознесения, Св. Елены, Мадейра, Канарские, Зеленого Мыса, Тристан-да-Кунья и др.

4. Индийская область вулканов расположена вдоль Срединно-Индийских подводных хребтов и охватывает Коморские о-ва, Мадагаскар, Маврикий, Реюньон, Кергелен, Крозе, Сен-Поль, Амстердам, Принс-Эдуард.

5. Восточно-Африканский пояс проходит вдоль великих Африканских разломов:

На материковых платформах и в возрожденных горах, тоже есть вулканы, но из них действовали в историческое время только десятки. Потухшие вулканы есть в Восточной Сибири, на Британских островах, в Центральной Европе, на Индостане, в Аравии, в Южной и Восточной Африке.

Формы вулканического рельефа зависят от характера извержения и от состава лавы.

1. При *трещинных излияниях* извергаются большие массы жидкой лавы, которая широко изливаясь образует огромные лавовые покровы. В настоящее геологическое время наибольшие трещинные излияния происходят в Исландии. Известны также на островах Азорских, Самоа, Новой Зеландии. В прежние геологические эпохи количество трещинных излияний было больше (лавовое плато Колумбии, трапповое плато Декан, вулканические плоскогорья Армении, область траппов в Восточной Сибири).

2. В вулканах *центрального извержения* магма поступает на поверхность по жерлу. Формы рельефа, формируемые при центральном извержении, зависят от характера деятельности и состава лавы:

- маары (в настоящее время не действуют) – отрицательная форма, образовавшаяся в результате взрыва, древние трубки взрыва заполнены кимберлитовой породой и являются месторождениями алмазов – Якутия, Африка;

- вулканы гавайского типа, извергают основную, т.е. содержащую мало кремния, базальтовую лаву, которая спокойно изливается и медленно застывает, растекаясь на большие площади. Такие вулканы образуют *щитовые покровы*, для которых характерна очень большая площадь и плоская приплюснутая форма. Самый большой из Гавайских островов – Гавайи – представляет собой три соединившихся вулкана (Мауна Лоа, Мауна Кеа, Гуалалаи). К щитовым относится также вулкан Толбачек на Камчатке.

- слоистые, или стратовулканы (типа Везувия). Из этих вулканов

извергаются водяные пары и газы, огромные массы пепла, каменные глыбы или вулканические бомбы – куски застывшей лавы, жидкая лава. Они образуют вулканический конус слоистого строения (Ключевская и Кроноцкая Сопки, Фудзияма). Расширенный кратер называется кальдерой.

- вулканы типа Мон-Пеле – лава кислая (окись кремния составляет 55%), прочно закупоривает жерло и после извержения в застывшем виде торчит в виде иглы.

Нередко магма проникает в толщину горных пород, приподнимает и дислоцирует верхние пласты, но на поверхность не изливается, образуя интрузивные тела. На Северном Кавказе (р-н Пятигорска) среди ровного плато поднимается ряд конических и куполообразных гор высотой от 200 до 900 м (гора Лысая, Железная).

Поствулканические явления сопутствуют вулканической деятельности. К ним относят фумаролы (выделения паров и газов на остывающих лавовых потоках – «Долина десяти тысяч дымов» на Аляске, в районе вулкана Катмай), гейзеры, горячие источники. На дне океанов распространены формы, получившие названия гайотов – плосковершинные горы, образование которых связано с погружением древних вулканических островов.

Вулканические процессы оказывают бесспорное влияние на:

- метеорологические явления (вулканический пепел, выброшенный на огромную высоту, разносится воздушными массами, как бы распределяясь по всей тропосфере и тем самым, вызывая ее помутнение и ослабление притока солнечной радиации; в отдельных случаях потеря тепла из-за ослабления радиации вулканической пылью достигает 57-66%);

- поступление в атмосферу углекислоты, необходимой для жизни растений;

- характер гидрографической сети (лавовые потоки, перегораживая реки, неоднократно служили причиной образования озер плотинного типа);

- характер рельефа (трещинные излияния способствуют нивелировке рельефа, извержения центрального типа, наоборот, усиливают неровности рельефа: возникают высокие аккумулятивные конусы, образующие в некоторых случаях целые горные цепи (восточное побережье Камчатки); извержения вулканов в Исландии приводят к таянию огромных масс льда).

Ярким свидетельством наличия процессов горообразования служат землетрясения, они показывают, что отдельные участки Земли находятся в весьма активном состоянии и испытывают перемещения, сопровождаемые разрывом сплошности. **Землетрясением** называют быстрые движения земной коры, вызывающие в ней устойчивые (т.е. сохраняющиеся и после прекращения движения) изменения. Глубина очагов землетрясений (гипоцентров) обычно не превышает 40-60 км, чаще всего 15-20 км. Однако в отдельных случаях (преимущественно по окраинам бассейна Тихого океана) очаги лежат гораздо глубже – до 300-700 км. На Земле в среднем каждый год бывает более 100 тыс. землетрясений, из них около 10% ощущается людьми. Вместе с тем землетрясения распределены по Земле далеко не равномерно. Их почти не

бывает в центральной части Тихого океана (кроме Гавайских островов) и на всех древних платформах материков, что говорит об отсутствии здесь процессов горообразования (Канада, Бразилия, Русская платформа, Африка, Индия, Австралия и Антарктида).

Большая часть эпицентров землетрясений сосредоточена в областях альпийской складчатости и современных геосинклиналей.

Прежде всего надлежит выделить тихоокеанский пояс, в котором высвобождается около 80% сейсмической энергии Земли. Начинаясь дугой Алеутских островов, весьма активной в сейсмическом отношении, он тянется длинной полосой по западному краю Северной, Центральной и Южной Америки и через острова Южная Георгия, Южные Сандвичевы, Южные Оркнейские и Южные Шетландские.

Вторая часть тихоокеанского пояса обрамляет океан с запада, захватывая острова Новую Зеландию, Кермадек, Тонга, Новые Гебриды, Новую Гвинею, Каролинские, Марианские, Японские, Тайвань, Филиппины, Молуккские, Зондские и полуостров Камчатку.

Такое распределение очагов землетрясений свидетельствует о наличии в земной коре и в подкоровой области наклонной поверхности разлома, вдоль которой либо материк надвигаются на океаническое дно, либо подкоровое вещество перемещается от океанического дна под материк.

Менее сейсмичен европейско-азиатский пояс, на долю которого приходится 15% сейсмической энергии, выделяемой Землей. Он охватывает Средиземноморский бассейн, Кавказ, Иран, Памир, Тянь-Шань, область Гималаев, горные цепи Бирмы и Китая, а в России от Тянь-Шаня идет по горным системам в Прибайкалье и бассейн Амура.

К второстепенным сейсмическим поясам Земли относятся:

1. Атлантический – вдоль Атлантического подводного хребта (от островов Тристан-да-Кунья к Исландии) и далее через Ян-Майен и Шпицберген к устью Лены.
2. Индийский, совпадающий с расположением подводных хребтов Центрального Индийского и Кергелен-Гауссберг.
3. Восточноафриканский – в области Восточно-Африканских грабенов: от Аденского залива через Красное море, Великие Африканские озера к устью Замбези.

Анализ распространения землетрясений показывает, что они бывают не в любых местах, а только там, где земная кора рассечена сбросами, разломами, где наибольшие контрасты рельефа, где самые высокие горы находятся по соседству с самыми глубокими океаническими впадинами, вдоль стыков разнородных геологических структур, в областях молодых и даже еще только зарождающихся складок, т.е. в районах интенсивных тектонических подвижек земной коры. Именно этими подвижками землетрясения и вызываются.

Географические следствия землетрясений: деформации земной поверхности (особенно сильные в рыхлых горных породах: лесс, аллювий и др.); оползни, обвалы, оплывни и снежные лавины; землетрясения на дне моря порождают на поверхности моря особые волны – цунами; иногда вызывают

ускорение движения ледников и нарушают также режим подземных вод (исчезают источники или меняется их дебит, свойства, появляются новые источники).

4.7. Строение дна океана

В рельефе дна океана выделяют четыре геотектуры. Три геотектуры полностью располагаются в пределах дна океана: ложе океана, переходная зона, срединно-океанические хребты; последняя – подводная окраина материка – представляет собой часть геотектуры – материкового выступа.

Подводная окраина материков, состоит из трех ступеней: материковой отмели, или шельфа, материкового склона и материкового подножия. *Шельф* – продолжение сухопутных низменностей, имеет ровный рельеф, глубины в среднем 200 м (шельф Охотского моря имеет глубину 500 м, Баренцева моря – 400 м). *Материковый склон* сильно расчленен. Сверху вниз он спускается уступами или своеобразными террасами, а вдоль склона изрезан глубокими ложбинами или каньонами (глубина вреза достигает 2000 м). *Материковое подножие* снова равнинно, поскольку сложено рыхлыми наносами, снесенными с материка, шельфа и склона. *Подводная окраина материка имеет материковый тип земной коры и генетически представляет собой единое целое с материковым выступом.*

Типичный переход материков к океанам нарушается в поясах разломов земной коры. Здесь континенты переходят в океаны через широкие и сложные *переходные полосы*: несколько переходных полос расположены вдоль восточной окраины материка Евразии (от Камчатки до Зондских островов), две зоны наблюдаются у берегов Северной и Южной Америки (в Карибском море, у Южных Сандвичевых островов). Здесь всюду находятся островные дуги, которые переходят в глубоководные океанические желоба с глубинами свыше 6000 м, обычно около 10 000 м. В некоторых местах рельеф осложняется еще подводными хребтами. *Переходный характер названных областей проявляется в том, что здесь взаимопроникают океаническая и материковая земная кора.* В этих полосах, действительно преобразуется древняя океаническая земная кора в молодую материковую, происходит рост континентов за счет океанов. Переходная зона состоит из *котловины окраинного моря, островной дуги и глубоководного желоба*. Примером может служить Курильская переходная зона: котловиной окраинного моря является наиболее глубокая часть Охотского моря, островная дуга представлена Курильскими островами, рядом располагается Курильский желоб.

Современная тектоническая активность переходных областей выражается в вулканизме и сейсмичности. В настоящее время известно 35 глубоководных желобов, 28 из них – в Тихом океане (Алеутский – 7822 м, Курило-Камчатский – 10 542, Марианский – 11 034, Кермадек – 10 047, Центрально-Американский – 6662 м).

В Атлантическом океане глубоководные желоба также сопровождают островные дуги: Желоб Пуэрто-Рико – 8383 м и Южно-Сандвичев – 8037 м.

В Индийском океане один желоб – Яванский – глубиной 7450 м.

За материковым подножием или за переходной полосой следует собственно *океаническое дно (ложе океана)*, сложенное *земной корой океанического типа и соответствует в структурном отношении океаническим платформам - талласократонам*. Наибольшее распространение, особенно в тихом океане, имеют холмистые равнины, рельеф которых осложнен подводными горами и валообразными поднятиями различных размеров (океанические кряжи, цепи вулканических гор и отдельных вулканов). Для океанического дна характерна единая планетарная система *срединных океанических хребтов*, которые вероятно представляют собой пояса современного горообразования, геосинклинали внутри океанов.

Система срединных океанических хребтов включает сплошное кольцо поднятий в южном полушарии на широтах от 40 до 60 ю.ш. От него на север отходят три хребта, простирающиеся меридионально в каждом океане: Срединно-Атлантический (наибольшие его вершины образуют острова Буве, Тристан-да-Кунья, Вознесенья, Сан-Паулу, Азорские); Центрально-Индийский (вершины – архипелаги островов западной половины Индийского океана); Южно-Тихоокеанский и хребет Гаккеля. Некоторые авторы причисляют к срединно-океаническим хребтам и Восточно-Тихоокеанское поднятие, но здесь типичная осевая рифтовая долина есть только на самой северной оконечности поднятия.

Срединные океанические хребты (георифтогенали) представляют собой своеобразные геологические структуры занимающие промежуточное положение между материками и глубоководным ложе океана (общая их протяженность 60 000 км). Вдоль по оси они разбиты глубокой долиной трещинного происхождения, или *рифтом*, поэтому и сами хребты часто называются рифтовыми. *Хребтам соответствует рифтогенный тип земной коры*.

Глубоководные абиссальные равнины – днища абиссальных котловин. Одни из них имеют волнистый рельеф с амплитудой до 1000 м, другие плоские. В Атлантическом океане таких котловин 4 – Северо-Африканская, Северо-Американская, Бразильская, Ангольская; в Тихом 5 – Северо-Восточная, Северо-Западная, Центральная, Южная и Чилийская; в Индийском 3 – Сомалийская, Центральная и Западно-Австралийская. У берегов Антарктиды располагаются котловины Африкано-Антарктическая, Австралийско-Антарктическая и Беллинсгаузена.

В строении мегарельефа материков и океанов наблюдается *антисимметрия (дисимметрия)*. Эту важнейшую закономерность в структуре ГО впервые установил в 1935 г. А.А. Григорьев еще до открытия срединно-океанических хребтов как глобального явления. В середине материка располагаются равнины, по периферии – высокие горы, тогда как в середине океана располагается крупнейшая система срединно-океанических хребтов, а на периферии – океанические котловины. Причем как на материках, так и в океанах преобладают поднятия *меридионального простирания*. В соответствии с этим и главные понижения в земной коре ориентированы в том же

направлении.

Западно-восточное генеральное направление на суше свойственно поясу альпийской складчатости. В ложе МО оно проявляется в форме узких (100-200 км), прямолинейных зон разломов, длиной до 3000 км, секущих поперек срединные хребты и другие меридиональные поднятия морского дна. Самой глубокой (7640 м) из таких разломов – впадина Романш в Атлантике. В Тихом океане известно более 20 подобных зон – Галапагос, Маркизские острова, острова пасхи и др. Такое расположение горных сооружений и тектонических линий не случайно и связано с напряжениями в земном эллипсоиде, возникающими при изменении полярного и экваториального сжатия, т.е. формы Земли.

4.8. Экзогенные процессы в литосфере

Экзогенные процессы обусловлены притоком солнечной радиации, всемирным тяготением, поступлением космической пыли и, наконец, осевым и орбитальным движением Земли. Суммарный эффект деятельности экзогенных процессов заключается в перемещении вещества с более высоких гипсометрических уровней на более низкие.

Экзогенные процессы образуют на поверхности Земли морфоскульптуры. Своеобразие и интенсивность проявления экзогенных 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 и областях распространения многолетнемерзлых пород – *криогенная морфоскульптура*, в полярных широтах – *гляциальная (ледниковая)*. *Склоновая, береговая, карстовая морфоскульптуры* развиты повсеместно, однако своеобразие их форм также подчинено зональности.

Экзогенные процессы наиболее очевидно проявляются в выветривании и денудации.

Выветриванием (гипергенез) называется совокупность процессов механического разрушения и химического изменения горных пород и минералов. Оно бывает физическим (механическим), химическим и биологическим.

Главной причиной *физического* выветривания является колебание температуры горных пород. Под действием многократных нагреваний и охлаждений горные породы растрескиваются, дробятся на глыбы, крошатся на мелкие части. Этому способствует вода, замерзающая в трещинах.

Химическое – заключается в изменении состава пород. Главными его агентами являются вода, растворенные в ней вещества и кислород воздуха; происходит химическое взаимодействие элементов, находящихся в породах.

Биологическое – протекает под действием живых организмов, которые разрушают породы механически, а продуктами жизнедеятельности изменяют

их химически.

Следствия выветривания:

-изменение породы (слагающие породу сложные первичные минералы распадаются на более простые и более активные, которые, в свою очередь, взаимодействуя друг с другом, образуют ряд вторичных минералов и т.д.);

-в результате выветривания (химического) вещества переходят в более удобную для переноса форму (перенос продуктов выветривания – необходимая предпосылка образования многих новых горных пород и форм рельефа земной поверхности).

Денудацией (обнажение) называется совокупность процессов сноса продуктов выветривания на более низкие уровни. Она осуществляется текучими водами, ледниками и ветром, а на крутых склонах материнские породы, утратившие прочность, падают и сползают под действием силы тяжести. Интенсивность зависит от высоты местности, состава и свойств горных пород и от темпов выветривания (на Русской равнине годовой слой сноса равен 0,03 мм, в горах толщина его возрастает до 0,2–0,5 мм).

В результате сложного взаимодействия литосферы, гидросферы, атмосферы и живого вещества (выветривания и денудации) образуются комплексные тела – *коры выветривания – элювий*. Состав коры выветривания находится в тесной связи с подстилающими горными породами (если они остаются на месте своего первичного залегания, кора выветривания называется остаточной, а если перемещаются, то образуется переотложенная кора выветривания), самая главная их особенность – зональность. При активном взаимодействии всех компонентов и длительности элювиального процесса развивается мощная кора выветривания. Мощность коры выветривания обычно около 30-60 м, но в отдельных случаях достигает 200 м (в горах и на высоких равнинах она распространена не сплошь). Наиболее мощная кора образуется в жарком поясе, наименее мощная – в полярных широтах. Самый верхний слой коры выветривания – *почва*.

Водные потоки (деятельность текучих вод) производят разрушительную работу, перенос материала и аккумуляцию. Разрушительная работа водотоков называется **эрозией**. В результате работы водотоков создаются выработанные (эрозионные) и аккумулятивные формы рельефа. Размыв и аккумуляция сменяют друг друга во времени и в пространстве. Эрозионно-аккумулятивный процесс – единый процесс, происходящий в природе.

Существуют *нормальная (естественная) и антропогенная (ускоренная) эрозии*.

Нормальная эрозия, возбуждаемая естественными процессами, делится на *плоскостную* (поверхностную, площадную) эрозию, в этом случае идет смыв почвогрунта с вершины к подножию склона, без образования линейных форм на склоне, и *линейную* – с образованием линейных форм на склоне. В линейной эрозии выделяют *овражно-балочную* (работу производит временный водоток) и *речную*.

Антропогенная эрозия возбуждается деятельностью человека, скорость ее намного превышает естественную эрозию. Внутри антропогенной выделяют

сельскохозяйственную (пахотную, пастбищную садовую и т.д.), городскую, промышленную, дорожную и военную.

К эрозионным формам рельефа, созданным временными водотоками, относятся эрозионная борозда, рытвина (промоина), овраг, балка. Аккумулятивные формы имеют меньшее распространение, к ним относятся конусы выносы и овражно-балочные террасы.

Скорость овражной эрозии может достигать значительных величин – 1-1,5 м в год, на Северном Кавказе были отмечены скорости до 3 м в год, в некоторых районах Ярославской области до 10-15 м в год. Интенсивность современной эрозии суши составляет 0,059 мм в год, в Азии увеличивается до 0,093 мм в год.

Постоянные водотоки формируют речные долины. Основными формами рельефа в них являются русло, пойма, террасы.

Ветер производит разрушительную работу, транспортировку материала и аккумуляцию. Для морфологического проявления эоловых процессов необходимо незначительное количество атмосферных осадков, частые сильные ветры, разреженность растительного покрова, наличие рыхлого материала. Данные условия наиболее полно представлены в тропических пустынях, где количество атмосферных осадков не превышает 100 мм, и в пустынях умеренных и субтропических широт. 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 твердых пород обломочным материалом, переносимым ветром. В результате корразии образуются *каменные грибы, столбы, замки, ниши*.

Дефляции подвергаются в основном рыхлые песчаные отложения, в результате чего происходит формирование *котловин выдувания – округлых отрицательных форм диаметром в сотни метров*. В результате эоловой аккумуляции образуются *барханы, грядовые пески, дюны*.

Ледниковые формы рельефа образуются в результате разрушительной работы ледника (экзарации) и аккумулятивной работы. Современные ледниковые формы распространены в полярных и горных районах выше климатической снеговой границы. Рельефообразующая деятельность ледников особенно возростала в эпохи оледенений. Выделяется несколько фаз в развитии ледника: наступление, стационарное положение, отступление. С каждой фазой связаны определенные ледниковые формы: в фазу наступания ледник производит активную экзарацию, образуя экзарационные формы; при его отступании и таянии возникают аккумулятивные формы рельефа.

В горах экзарационная деятельность ледника приводит к возникновению *кара* – чашевидного понижения с крутыми стенками и пологовогнутым днищем. Разрастаясь, соседние кары сливаются и преобразуются в более крупную форму – *ледниковый цирк*.

Эрозионные долины, подвергшиеся воздействию ледника, приобретают корытообразную форму, их называют *трогами*.

Несомый ледником материал называется *мореной*, это несортированный материал, включающий крупные валуны и тонкие суглинистые частицы. В горах образуются небольшие по площади моренные покровы. У края ледника – несколько конечно-моренных гряд.

Древнее покровное оледенение занимало огромные пространства на территории Евразии и Северной Америки. Во время максимума распространения четвертичного оледенения оно покрывало более 40 млн км² (около 30%) площади суши, почти в три раза перекрывая площадь современного оледенения. Главным центром оледенения в Европе была Скандинавия, где мощность ледника достигала 2-3 км. Менее мощными центрами были новая Земля, Северный Урал. В Северной Америке центры оледенения – кордильерский, лабрадорский. В плейстоцене на европейской части России было несколько оледенений: окское, днепровское, московское, калининское и осташковское, наиболее мощным было днепровское.

В областях древнего оледенения выделяют зону преобладающей денудации и зону преобладающей аккумуляции. В зоне денудации формируются *сельги* – скалистые гряды, образованные при ледниковой обработке коренных пород; *ванны выпихивания*, *бараны лбы*. Подобный рельеф имеет наибольшее распространение в Европе – в Карелии, Финляндии, в Северной Америке – на территории Канады. Зона преобладающей аккумуляции приурочена к краевой части покровного оледенения – конечно-моренные холмы, холмисто-западинный рельеф, *друмлины* – ассиметричные холмы, сложенные моренным материалом.

В пределах развития ледниковых форм рельефа распространены формы, созданные тальми ледниковыми водами – *озы*, *камы*, *долинные зандры*, *зандровые равнины*, широкое распространение имеют *ложбины стока талых ледниковых вод*.

Тема 5. Атмосфера

5.1. Атмосфера: происхождение, состав, строение, значение для ГО.

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. Масса атмосферы составляет $5,13 \times 10^{15}$ т, причем 99% этого количества содержится в нижнем слое до высоты 36 км.

Доказательства существования высоких слоев атмосферы следующие:

-на высоте 22-25 км в атмосфере располагаются перламутровые облака;

- на высоте 80 км бывают видны серебристые облака;
- на высоте около 100-120 км наблюдается сгорание метеоритов, т.е. здесь атмосфера обладает еще достаточной плотностью;
- на высоте около 220 км начинается рассеивание света газами атмосферы (явление сумерек);

-полярные сияния начинаются примерно на высоте 1000-1200 км, данное явление объясняется ионизацией воздуха корпускулярными потоками, идущими от солнца. Сильно разреженная атмосфера простирается до высоты 20 000 км, она образует земную корону, незаметно переходя в межпланетный газ.

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. Она имеет выступ в направлении, противоположном Солнцу, этот «газовый хвост» Земли, разреженный как у комет, имеет длину около 120 тыс. км. Атмосфера связана с другими геосферами тепловлагообменом. Энергией атмосферных процессов служит электромагнитное излучение Солнца.

Развитие атмосферы. Водород и гелий наиболее распространенные элементы в космосе, входящие в состав протопланетного газопылевого облака, из которого возникла Земля. Вследствие очень низкой температуры этого облака самая первая земная атмосфера состояла из водорода и гелия, т.к. все другие элементы вещества, из которого слагалось облако, были в твердом состоянии. Такая атмосфера наблюдается у планет-гигантов, очевидно, из-за большого притяжения планет и удаленности от Солнца они сохранили первичные атмосферы.

Затем последовал разогрев Земли: тепло порождалось гравитационным сжатием планеты и распадом внутри ее радиоактивных элементов. Земля потеряла водородно-гелиевую атмосферу и создала свою собственную вторичную атмосферу из газов, выделившихся из ее недр (углекислый газ, аммиак, метан, сероводород). По мнению А.П. Виноградова (1959), в этой атмосфере больше всего было H_2O , затем CO_2 , CO , HCl , HF , H_2S , N_2 , NH_4Cl и CH_4 (примерно таков же состав и современных вулканических газов). В. Соколов (1959) полагал, что здесь были также H_2 и NH_3 . Кислород отсутствовал, в атмосфере господствовали восстановительные условия. Сейчас подобные атмосферы наблюдаются у Марса и Венеры, они на 95% состоят из углекислого газа.

Следующий этап развития атмосферы был переходным – от абиогенного к биогенному, от восстановительных условий к окислительным. Главными составными частями газовой оболочки Земли стали N_2 , CO_2 , CO . В качестве побочных примесей - CH_4 , O_2 . Кислород возникал из молекул воды в верхних слоях атмосферы под действием ультрафиолетовых лучей Солнца; мог он выделяться и из тех окислов, из каких состояла земная кора, но подавляющая часть его уходила вновь на окисление минералов земной коры или на окисление водорода и его соединений в атмосфере.

Последний этап развития азотно-кислородной атмосферы связан с появлением жизни на Земле и, с возникновением механизма фотосинтеза.

Содержание кислорода – биогенного – стало возрастать. Параллельно с этим атмосфера почти полностью потеряла двуокись углерода, часть которого вошла в огромные залежи угля и карбонатов.

Таков путь от водородно-гелиевой атмосферы до современной, главную роль в которой теперь играют азот и кислород, а в качестве примесей присутствуют аргон и углекислый газ. Современный азот также биогенного происхождения.

Атмосферный воздух – механическая смесь газов, в которой во взвешенном состоянии содержатся пыль и вода. Чистый и сухой воздух на уровне моря представляет собой смесь нескольких газов, причём соотношение между главными составляющими атмосферу газами – азотом (объёмная концентрация 78,08 %) и кислородом (20,95 %) – постоянно. Кроме них, в атмосферном воздухе содержатся аргон (0,93 %) и углекислый газ (0,03%). Количество остальных газов – неона, гелия, метана, криптона, ксенона, водорода, йода, угарного газа и оксидов азота – ничтожно мало (менее 0,1 %) (табл. 1).

Таблица 1
Газовый состав атмосферы

Газ	Содержание в сухом воздухе, %
N ₂ азот	78,08
O ₂ кислород	20,95
Ar аргон	0,93
CO ₂ углекислый газ	0,03
Ne неон	0,0018
He гелий	0,0005
Kr криптон	0,0001
H ₂ водород	0,00005
X ксенон	0,000009

В высоких слоях атмосферы состав воздуха меняется под воздействием жесткого излучения Солнца, которое приводит к распаду (диссоциации) молекул кислорода на атомы. Атомарный кислород является основным компонентом высоких слоев атмосферы. Наконец, в наиболее удаленных от поверхности Земли слоях атмосферы главными компонентами становятся самые легкие газы – водород и гелий. В верхних слоях атмосферы обнаружено новое соединение – гидроксил (ОН). Наличие этого соединения объясняет образование водяного пара на больших высотах в атмосфере. Поскольку основная масса вещества сосредоточена на расстоянии 20 км от поверхности Земли, то изменения состава воздуха с высотой не оказывают заметного влияния на общий состав атмосферы.

Важнейшими компонентами атмосферы являются озон и углекислый газ. Озон – трехатомный кислород (O₃), присутствующий в атмосфере от поверхности Земли до высоты 70 км. В приземных слоях воздуха он образуется,

в основном, под влиянием атмосферного электричества и в процессе окисления органического веществ, а в более высоких слоях атмосферы (стратосфере) – в результате воздействия ультрафиолетовой радиации Солнца на молекулу кислорода. Основная масса озона находится в стратосфере (по этой причине стратосферу довольно часто называют озоносферой). Слой максимальной концентрации озона на высоте 20-25 км получил название озонового экрана. В целом, озоновый слой поглощает около 13 % солнечной энергии. Снижение концентрации озона, над определенными районами получило название «озоновых дыр».

Углекислый газ вместе с водяным паром вызывает парниковый эффект атмосферы. Парниковый эффект – нагрев внутренних слоев атмосферы, объясняющийся способностью атмосферы пропускать коротковолновое излучение Солнца и не выпускать длинноволновое излучение Земли. Если бы углекислого газа в атмосфере было бы в два раза больше, средняя температура Земли достигла бы 18°C , сейчас она равна $14-15^{\circ}\text{C}$.

Общий вес газов атмосферы составляет приблизительно $4,5 \cdot 10^{15}$ т. Таким образом, «вес» атмосферы, приходящийся на единицу площади, или атмосферное давление, составляет на уровне моря примерно $10,3 \text{ т/м}^2$.

В воздухе много твердых частиц, диаметр которых составляет доли микрона. Они являются ядрами конденсации. Без них было бы невозможно образование туманов, облаков, выпадение осадков. С твердыми частицами в атмосфере связаны многие оптические и атмосферные явления. Пути поступления их в атмосферу различны: вулканический пепел, дым при сжигании топлива, пыльца растений, микроорганизмы. В последнее время ядрами конденсации служат промышленные выбросы, продукты радиоактивного распада.

Важной составной частью атмосферы является водяной пар, 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 водоемов, а также транспирации влаги растениями. Водяной пар является парниковым газом, вместе с углекислым газом он удерживает большую часть длинноволнового излучения Земли, предохраняя планету от охлаждения.

Атмосфера не является идеальным изолятором; она обладает способностью проводить электричество благодаря воздействию ионизаторов – ультрафиолетового излучения Солнца, космических лучей, излучения радиоактивных веществ. Максимальная электрическая проводимость наблюдается на высоте 100-150 км. В результате совокупного действия ионов атмосферы и заряда земной поверхности создается электрическое поле атмосферы. По отношению к земной поверхности атмосфера заряжена положительно. Выделяют нейтросферу – слой с нейтральным составом (до 80 км) и ионосферу – ионизированный слой.

Различают несколько основных слоев атмосферы. Нижний, прилегающий к земной поверхности, называется *тропосферой* (высота 8-10 км у полюсов, 12 км в умеренных широтах и 16-18 км – над экватором). Температура воздуха с

высотой постепенно понижается – в среднем на $0,6^{\circ}\text{C}$ на каждые 100 м подъема, что заметно проявляется не только в горных районах, но и на возвышенностях Беларуси.

В тропосфере содержится до 80% всей массы воздуха, основное количество атмосферных примесей и практически весь водяной пар. Именно в этой части атмосферы на высоте 10-12 км образуются облака, возникают грозы, дожди и другие физические процессы, формирующие погоду и определяющие климатические условия в разных областях нашей планеты. Нижний слой тропосферы, примыкающий непосредственно к земной поверхности называют *приземным слоем*.

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. На этой высоте исчезают широтные различия в температуре воздуха, и географическая зональность размывается.

Выше начинается *стратосфера*, которая простирается до высоты 50-55 км от поверхности океана или суши. Этот слой атмосферы значительно разрежен, количество кислорода и азота уменьшается, а водорода, гелия и других легких газов увеличивается. Образующийся здесь озоновый слой поглощает ультрафиолетовую радиацию и сильно влияет на тепловые условия поверхности Земли и физические процессы в тропосфере. В нижней части стратосферы температура воздуха постоянна, здесь располагается изотермический слой. Начиная с высоты 22 км, температура воздуха повышается, на верхней границе стратосферы она достигает 0°C (повышение температуры объясняется наличием здесь озона, поглощающего солнечную радиацию). В стратосфере происходят интенсивные горизонтальные перемещения воздуха. Скорость воздушных потоков достигает 300-400 км/ч. В стратосфере содержится менее 20% воздуха атмосферы.

На высоте 55-80 км находится *мезосфера* (в этом слое температура воздуха с высотой уменьшается и вблизи верхней границы падает до -80°C), между 80-800 км расположена *термосфера*, в составе которой преобладают гелий и водород (температура воздуха быстро растет с высотой и достигает 1000°C на высоте 800 км). Мезосфера и термосфера вместе образуют мощный слой, называемый *ионосферой* (область заряженных частиц – ионов и электронов).

Самая верхняя, сильно разреженная часть атмосферы (от 800 до 1200 км) составляет *экзосферу*. В ней преобладают газы в атомарном состоянии, температура повышается до 2000°C .

В жизни ГО атмосфера имеет огромное значение. Атмосфера оказывает благотворное воздействие на климат Земли, предохраняя ее от чрезмерного охлаждения и нагревания. Суточные колебания температуры на нашей планете без атмосферы достигли бы 200°C : днем $+100^{\circ}\text{C}$ и выше, ночью -100°C . В настоящее время средняя температура воздуха у поверхности Земли равна $+14^{\circ}\text{C}$. Атмосфера не пропускает к Земле метеоры и жесткое излучение. Без

атмосферы не было бы звука, полярных сияний облаков и осадков.

5.2. Тепловые процессы в атмосфере.

К климатообразующим процессам относятся теплооборот, влагооборот и циркуляция атмосферы.

Теплооборот обеспечивает тепловой режим атмосферы и зависит от радиационного баланса, т.е. притоков теплоты, приходящих на земную поверхность (в форме лучистой энергии) и уходящих от нее (лучистая энергия, поглощенная Землей, преобразуется в тепловую).

Солнечная радиация – поток электромагнитного излучения, поступающий от Солнца. На верхней границе атмосферы интенсивность (плотность потока) солнечной радиации равна $8,3 \text{ Дж}/(\text{см}^2/\text{мин})$. Количество теплоты, которое излучает 1 см^2 черной поверхности в 1 мин при перпендикулярном падении солнечных лучей, называется *солнечной постоянной* ($1,98 \text{ кал}/\text{см}^2/\text{мин}$). Солнечная постоянная, вопреки своему названию, не остается постоянной. Она изменяется в связи с изменением расстояния Солнце – Земля в процессе движения Земли по орбите.

Количество солнечной радиации, получаемое Землей, зависит от:

1) расстояния между Землей и Солнцем (ближе всего к Солнцу Земля в начале января, дальше всего в начале июля; разница между двумя этими расстояниями – 5 млн. км, вследствие чего, Земля, в первом случае получает на 3,4% больше, а во втором на 3,5% меньше радиации, чем при среднем расстоянии от Земли до Солнца: в начале апреля и в начале октября);

2) угла падения солнечных лучей на земную поверхность, зависящего в свою очередь от географической широты, высоты солнца над горизонтом (меняющейся в течение суток и по временам года), характера рельефа земной поверхности;

3) преобразования лучистой энергии в атмосфере (рассеяние, поглощение, отражение обратно в мировое пространство) и на поверхности земли. Среднее альбедо Земли – 43%.

Поглощается около 17% всей радиации; озон, кислород, азот поглощают в основном коротковолновые ультрафиолетовые лучи, водяной пар и углекислый газ – длинноволновую инфракрасную радиацию. Атмосфера рассеивает 28% радиации; к земной поверхности поступает 21%, в космос уходит 7%. Та часть радиации, которая поступает к земной поверхности от всего небесного свода, называется *рассеянной радиацией*. Сущность рассеяния заключается в том, что частица, поглощая электромагнитные волны, сама становится источником излучения света и излучает те же волны, которые на нее падают. Молекулы воздуха очень малы, по размерам сопоставимы с длиной волн голубой части спектра. В чистом воздухе преобладает молекулярное рассеивание, следовательно, цвет неба – голубой. При запыленном воздухе цвет неба становится белесым. Цвет неба зависит от содержания примесей в атмосфере. При большом содержании водяного пара, рассеивающего красные лучи небо приобретает красноватый оттенок. С рассеянной радиацией связаны

явления сумерек, белых ночей, т.к. после захода Солнца за горизонт верхние слои атмосферы еще продолжают освещаться.

Верхняя граница облаков отражает около 24% радиации. Следовательно, к земной поверхности в виде потока лучей подходит около 31% всей солнечной радиации, поступившей на верхнюю границу атмосферы, она называется *прямой радиацией*. Сумма прямой и рассеянной радиации (52%) называется *суммарной радиацией*. Соотношение между прямой и рассеянной радиацией меняется в зависимости от облачности, запыленности атмосферы и высоты Солнца. Распределение суммарной солнечной радиации по земной поверхности зонально. Наибольшая суммарная солнечная радиация 840-920 кДж/см² в год наблюдается в тропических широтах Северного полушария (СП), что объясняется небольшой облачностью и большой прозрачностью воздуха. На экваторе суммарная радиация снижается до 580-670 кДж/см² в год из-за большой облачности и уменьшения прозрачности из-за большой влажности. В умеренных широтах величина суммарной радиации составляет 330-500 кДж/см² в год, в полярных широтах – 250 кДж/см² в год, причем в Антарктиде из-за большой высоты материка и небольшой влажности воздуха она немного больше.

Суммарная солнечная радиация, поступившая на земную поверхность, частично отражается обратно. Отношение отраженной радиации к суммарной, выраженное в процентах, называется *альбедо*. Альбедо характеризует отражательную способность поверхности и зависит от ее цвета, влажности и других свойств.

Наибольшей отражательной способностью обладает свежесневыпавший снег – до 90%. Альбедо песков 30-35%, травы – 20%, лиственного леса – 16-27%, хвойного – 6-19%; сухой чернозем имеет альбедо 14%, влажный – 8%. Альбедо Земли как планеты принимают равным 35%.

Поглощая радиацию, Земля сама становится источником излучения. Тепловое излучение Земли – *земная радиация* – является длинноволновым, т.к. длина волны зависит от температуры: чем выше температура излучающего тела, тем короче длина волны испускаемых им лучей. Излучение земной поверхности нагревает атмосферу и она сама начинает излучать радиацию в мировое пространство (встречное излучение атмосферы) и к земной поверхности. Встречное излучение атмосферы тоже длинноволновое. В атмосфере встречаются два потока длинноволновой радиации – излучение поверхности (земная радиация) и излучение атмосферы. Разность между ними, определяющая фактическую потерю теплоты земной поверхностью, называется *эффективным излучением*, оно направлено в Космос, т.к. земное излучение больше. Эффективное излучение больше днем и летом, т.к. зависит от нагрева поверхности. Эффективное излучение зависит от влажности воздуха: чем больше в воздухе водяных паров или капелек воды, тем излучение меньше (поэтому зимой в пасмурную погоду всегда теплее, чем в ясную). В целом для Земли эффективное излучение равно 190 кДж/см² в год (наибольшее в тропических пустынях – 380, наименьшее в полярных широтах – 85 кДж/см² в год).

Земля одновременно получает радиацию и отдает ее. Разность между получаемой и расходуемой радиацией называется *радиационным балансом*, или *остаточной радиацией*. Приход радиационного баланса поверхности составляет суммарная радиация (Q) и встречное излучение атмосферы. Расход – отраженная радиация (R_k) и земное излучение. Разность между земным излучением и встречным излучением атмосферы – эффективное излучение ($E_{эф}$) имеет знак минус и является частью расхода в радиационном балансе:

$$R_б = Q - E_{эф} - R_k$$

Радиационный баланс распределяется зонально: уменьшается от экватора к полюсам. Наибольший радиационный баланс свойственен экваториальным широтам и составляет 330-420 кДж/см² в год, в тропических широтах он снижается до 250-290 кДж/см² в год (объясняется возрастанием эффективного излучения), в умеренных широтах радиационный баланс уменьшается до 210-85 кДж/см² в год, в полярных широтах его величина приближается к нулю. Общая особенность радиационного баланса в том, что над океанами на всех широтах радиационный баланс выше на 40-85 кДж/см², т.к. альbedo воды и эффективное излучение океана меньше.

Приходную часть радиационного баланса атмосферы ($R_б$) составляют эффективное излучение ($E_{эф}$) и поглощенная солнечная радиация ($R_п$), расходная часть определяется атмосферной радиацией, уходящей в космос (E_a):

$$-R_б = E_{эф} - E_a + R_п$$

Радиационный баланс атмосферы отрицательный, а поверхности – положительный. Суммарный радиационный баланс атмосферы и земной поверхности равен нулю, т.е. Земля находится в состоянии лучистого равновесия.

Тепловой баланс – алгебраическая сумма потоков теплоты, приходящих на земную поверхность в виде радиационного баланса и уходящих от нее. Он складывается из теплового баланса поверхности и атмосферы. В приходной части теплового баланса земной поверхности стоит радиационный баланс, в расходной – затраты теплоты на испарение, на нагрев атмосферы от Земли, на нагрев почв. Расходуется теплота также на фотосинтез, почвообразование, но эти затраты не превышают 1%. Следует отметить, что над океанами больше затраты теплоты на испарение, в тропических широтах – на нагрев атмосферы.

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

Тепловой режим земной поверхности. Непосредственно солнечными лучами нагревается земная поверхность, а уже от нее – 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 поверхности суши (сухой и лишенной растительности) характеризуется одним максимумом около 13 ч и одним минимумом – перед восходом Солнца. Дневные максимумы температуры поверхности суши могут достигать 80°C в субтропиках и около 60°C в умеренных широтах.

Разница между максимальной и минимальной суточной температурой поверхности называется *суточной амплитудой температуры*. Суточная амплитуда температуры может летом достигать 40°C , зимой амплитуда суточных температур наименьшая – до 10°C .

Годовой ход температуры поверхности – изменение среднемесячной температуры поверхности в течение года, обусловлен ходом солнечной радиации и зависит от широты места. 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 равна разнице между максимальными и минимальными среднемесячными температурами; возрастает с увеличением широты места, что объясняется 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 ($2-3^{\circ}$), самая большая – в субарктических широтах на материках (более 60°).

Тепловой режим атмосферы. Атмосферный воздух незначительно нагревается непосредственно солнечными лучами. Т.к. воздушная оболочка свободно пропускает солнечные лучи. *Атмосфера нагревается от подстилающей поверхности*. Теплота в атмосферу передается конвекцией, адвекцией и конденсацией водяного пара. Слои воздуха, нагреваясь от почвы, становятся более легкими и поднимаются вверх, а более холодный, следовательно, более тяжелый воздух опускается вниз. В результате *тепловой конвекции* идет прогревание высоких слоев воздуха. Второй процесс передачи теплоты – *адвекция* – горизонтальный перенос воздуха. Роль адвекции заключается в передаче теплоты из низких в высокие широты, в зимний сезон тепло передается от океанов к материкам. *Конденсация водяного пара* – важный процесс, осуществляющий передачу теплоты высоким слоям атмосферы – при испарении теплота забирается от испаряющей поверхности, при конденсации в атмосфере эта теплота выделяется.

С высотой температура убывает. Изменение температуры воздуха на единицу расстояния называется *вертикальным температурным градиентом*, в среднем он равен $0,6^{\circ}$ на 100 м. Вместе с тем, ход этого убывания в разных слоях тропосферы разный: $0,3-0,4^{\circ}$ до высоты 1,5 км; $0,5-0,6$ – между высотами 1,5-6 км; $0,65-0,75$ – от 6 до 9 км и $0,5-0,2$ – от 9 до 12 км. В приземном слое (толщиной 2 м) градиенты, при пересчете на 100 м, исчисляются сотнями градусов. В поднимающемся воздухе температура изменяется адиабатически. *Адиабатический процесс* – процесс изменения температуры воздуха при его вертикальном движении без теплообмена с окружающей средой (в одной массе,

без обмена теплом с другими средами).

В описанном распределении температуры по вертикали нередко наблюдаются исключения. Бывает, что верхние слои воздуха теплее нижних, прилегающих к земле. Явление это называется *температурной инверсией* (увеличение температуры с высотой). Чаще всего инверсия является следствием сильного охлаждения приземного слоя воздуха, вызванного сильным охлаждением земной поверхности в ясные тихие ночи, преимущественно зимой. При пересеченном рельефе холодные массы воздуха медленно стекают вдоль склонов и застаиваются в котловинах, впадинах и т.п. Инверсии могут образовываться и при движении воздушных масс из теплых областей в холодные, так как при натекании подогретого воздуха на холодную подстилающую поверхность его нижние слои заметно охлаждаются (инверсия сжатия).

Суточный и годовой ход температуры воздуха.

Суточным ходом температуры воздуха называется изменение температуры воздуха в течение суток – в общем отражает ход температуры земной поверхности, но моменты наступления максимумов и минимумов несколько запаздывают, максимум наступает в 14 часов, минимум после восхода солнца.

Суточная амплитуда температуры воздуха (разница между максимальной и минимальной температурами воздуха в течение суток) выше на суше, чем над океаном; уменьшается при движении в высокие широты, (наибольшая в тропических пустынях – до 40° С) и, возрастает в местах с оголенной почвой. Величина суточной амплитуды температуры воздуха – это один из показателей континентальности климата. В пустынях она намного больше, чем в районах с морским климатом.

Годовой ход температуры воздуха (изменение среднемесячной температуры в течение года) определяется, прежде всего, широтой места. *Годовая амплитуда температуры воздуха* - разница между максимальной и минимальной среднемесячными температурами.

Географическое распределение температуры воздуха показывают с помощью *изотерм* – линий, соединяющих на карте точки с одинаковыми температурами. Распределение температуры воздуха зонально, годовые изотермы в целом имеют субширотное простираение и соответствуют годовому распределению радиационного баланса.

В среднем за год самой теплой параллелью является 10° с.ш. с температурой 27° С – это *термический экватор*. Летом термический экватор смещается до 20° с.ш., зимой – приближается к экватору на 5° с.ш. Смещение термического экватора в СП объясняется тем, что в СП площадь суши, расположенная в низких широтах, больше по сравнению с ЮП, а она в течение года имеет более высокие температуры.

Тепло по земной поверхности распределено зонально-регионально. Помимо географической широты на распределение температур на Земле влияют: характер распределения суши и моря, рельеф, высота местности над уровнем моря, морские и воздушные течения.

Широтное распределение годовых изотерм нарушают теплые и холодные течения. В умеренных широтах СП западные берега, омываемые теплыми течениями, теплее восточных берегов, вдоль которых проходят холодные течения. Следовательно, изотермы у западных берегов изгибаются к полюсу, у восточных – к экватору.

Средняя годовая температура СП $+15,2^{\circ}\text{C}$, а ЮП $+13,2^{\circ}\text{C}$. минимальная температура в СП достигала -77°C (Оймякон) (абсолютный минимум СП) и -68°C (Верхоянск). В ЮП минимальные температуры гораздо ниже; на станциях «Советская» и «Восток» была отмечена температура $-89,2^{\circ}\text{C}$ (абсолютный минимум ЮП). Минимальная температура в безоблачную погоду в Антарктиде может опускаться до -93°C . Самые высокие температуры наблюдаются в пустынях тропического пояса, в Триполи $+58^{\circ}\text{C}$, в Калифорнии, в Долине Смерти, отмечена температура $+56,7^{\circ}\text{C}$.

О том насколько материки и океаны влияют на распределение температур, дают представление карты *изономал* (изономалы – линии, соединяющие точки с одинаковыми аномалиями температур). Аномалии представляют собой отклонения фактических температур от среднеширотных. Аномалии бывают положительные и отрицательные. Положительные аномалии наблюдаются летом над подогретыми материками. Над Азией температуры выше среднеширотных на 4°C . Зимой положительные аномалии располагаются над теплыми течениями (над теплым Северо-Атлантическим течением у берегов Скандинавии температура выше нормы на 28°C). Отрицательные аномалии ярко выражены зимой над охлажденными материками и летом – над холодными течениями. Например, в Оймяконе зимой температура на 22°C ниже нормы.

На Земле выделяют следующие тепловые пояса (за границы тепловых поясов приняты изотермы):

1. *Жаркий*, ограничен в каждом полушарии годовой изотермой $+20^{\circ}\text{C}$, проходящий вблизи 30° с. ш. и ю.ш.
2. *Два умеренных пояса*, которые в каждом полушарии лежат между годовой изотермой $+20^{\circ}\text{C}$ и $+10^{\circ}\text{C}$ самого теплого месяца (соответственно июля или января).
3. *Два холодных пояса*, граница проходит по изотерме 0°C самого теплого месяца. Иногда выделяют области *вечного мороза*, которые располагаются вокруг полюсов (Шубаев, 1977)

Таким образом:

1. Единственным источником тепла, имеющим практическое значение для хода экзогенных процессов в ГО, является Солнце. Тепло от Солнца поступает в мировое пространство в форме лучистой энергии, которая затем, поглощенная Землей, превращается в энергию тепловую.
2. Солнечный луч на своем пути подвергается многочисленным воздействиям (рассеяние, поглощение, отражение) со стороны различных элементов пронизываемой им среды и тех поверхностей, на которые он падает.

3. На распределение солнечной радиации влияют: расстояние между землей и Солнцем; угол падения солнечных лучей; форма Земли (предопределяет убывание интенсивности радиации от экватора к полюсам). В этом основная причина выделения тепловых поясов и, следовательно, причина существования климатических зон.
4. Влияние широты местности на распределение тепла, корректируется рядом факторов: рельеф; распределение суши и моря; влияние холодных и теплых морских течений; циркуляция атмосферы.
5. Распределение солнечной теплоты осложняется еще и тем, что на закономерности горизонтального (вдоль земной поверхности) распределения радиации и тепла накладываются закономерности и особенности вертикального распределения.

5.3. Общая циркуляция атмосферы

В атмосфере формируются воздушные потоки разного масштаба. Они могут охватывать весь земной шар, а по высоте – тропосферу и нижнюю стратосферу, или воздействовать только на ограниченный участок территории. Воздушные потоки обеспечивают перераспределение тепла и влаги между низкими и высокими широтами, заносят влагу вглубь континента. По площади распространения выделяют ветры общей циркуляции атмосферы (ОЦА), ветры циклонов и антициклонов, местные ветры. Главной причиной образования ветров является неравномерное распределение давления по поверхности планеты.

Давление. Атмосфера оказывает давление на земную поверхность (воздух имеет вес, это доказал в начале 18 в. Галилей, а значит он должен оказывать давление на все предметы, находящиеся на поверхности Земли). Давление на каждый см^2 поверхности на уровне океана равно 1033,3 г. *Нормальное атмосферное давление* – вес атмосферного столба сечением 1 см^2 на уровне океана при 0°C на 45° широты, оно уравнивается столбиком ртути в 760 мм. Нормальное атмосферное давление равно 760 мм ртутного столба или 1013,25 мб. Давление в СИ измеряется в паскалях (Па): $1 \text{ мб} = 100 \text{ Па}$. Нормальное атмосферное давление равно 1013,25 гПа. Самое низкое давление, которое наблюдалось на Земле (на уровне моря), 914 гПа (686 мм); самое высокое – 1067,1 гПа (801 мм).

Давление с высотой понижается, так как мощность вышележащего слоя атмосферы уменьшается. Расстояние в метрах, на которое надо подняться или опуститься, чтобы атмосферное давление изменилось на 1 гПа, называется *барической ступенью*. Барическая ступень на высоте от 0 до 1 км составляет 10,5 м, от 1 до 2 км – 11,9 м, 2-3 км – 13,5 м. Величина барической ступени зависит от температуры: с повышением температуры она увеличивается на 0,4%. В теплом воздухе барическая ступень больше, следовательно, теплые области атмосферы в высоких слоях имеют большее давление, чем холодные. Величина обратная барической ступени называется *вертикальным барическим*

градиентом - это изменение давления на единицу расстояния (за единицу расстояния принимается 100 м).

Давление изменяется в результате перемещения воздуха – его оттока из одного места и притока в другое. Движение воздуха обусловлено изменением плотности воздуха (г/см^3), возникающим в результате неравномерного нагрева подстилающей поверхности. Над одинаково нагретой поверхностью с высотой давление равномерно понижается и *изобарические поверхности* (поверхности, проведенные через точки с одинаковым давлением) располагаются параллельно друг другу и подстилающей поверхности. В области повышенного давления изобарические поверхности обращены выпуклостью вверх, в области пониженного – вниз. На земной поверхности давление показывается с помощью *изобар* – линий, соединяющих точки с одинаковым давлением. Распределение атмосферного давления на уровне океана, изображенное с помощью изобар, носит наименование *барического рельефа*.

Давление атмосферы на земную поверхность, его распределение в пространстве и изменение во времени называется *барическим полем*. Области высокого и низкого давления, на которые расчленено барическое поле, называются *барическими системами*.

К замкнутым барическим системам относятся барические максимумы (система замкнутых изобар с повышенным давлением в центре) и минимумы (система замкнутых изобар с пониженным давлением в центре), к незамкнутым – барические гребень (полоса повышенного давления от барического максимума внутри поля пониженного давления), ложбина (полоса пониженного давления от барического минимума внутри поля повышенного давления) и седловина (незамкнутая система изобар между двумя барическими максимумами и двумя минимумами). В литературе встречается понятие «барическая депрессия» - пояс пониженного давления, внутри которого могут быть замкнутые барические минимумы.

Давление по земной поверхности распределено зонально. На экваторе в течение года располагается пояс пониженного давления – *экваториальная депрессия*. В июле она перемещается в Северное полушарие на $15\text{-}20^0$ с.ш., в декабре – в Южное, на 5^0 ю.ш. В тропических широтах (между 35^0 и 20^0 обоих полушарий) давление в течение года повышенное (*тропические или субтропические барические максимумы*), зимой над океанами и над сушей возникает сплошной пояс повышенного давления (Азорский и Гавайский – СП; Ю-Атлантический, Ю-Тихоокеанский и Ю-Индийский – ЮП), летом повышенное давление сохраняется только над океанами, над сушей давление уменьшается, возникают термические депрессии (Ирано-Тарский минимум – 994 гПа). В умеренных широтах СП летом формируется сплошной пояс *пониженного давления*, однако барическое поле диссимметрично: в ЮП в умеренных и субполярных широтах над водной поверхностью весь год существует полоса пониженного давления (Антарктический минимум - до 984 гПа); в СП в связи с чередованием материковых и океанских секторов барические минимумы выражены только на океанах (Исландский и Алеутский – давление в январе 998 гПа), зимой над материками из-за сильного охлаждения

поверхности возникают барические максимумы. В полярных широтах, над ледяными щитами Антарктиды и Гренландии давление в течение года *повышенное* (низкие температуры: воздух холодный и тяжелый).

Устойчивые области повышенного и пониженного давления, на которые распадается барическое поле у поверхности земли, называют *центрами действия атмосферы*. Существуют территории, над которыми в течение года давление сохраняется постоянным (преобладают барические системы одного типа, либо максимумы, либо минимумы), здесь формируются *постоянные центры действия атмосферы*:

- экваториальная депрессия;
- Алеутский минимум (умеренные широты СП);
- Исландский минимум (умеренные широты СП) – от минимума отходит ложбина низкого давления в сторону полярного круга между Норвегией и Шпицбергеном;
- зона пониженного давления умеренных широт ЮП (Приантарктический пояс пониженного давления);

-субтропические зоны высокого давления СП:

Азорский максимум (Северо-Атлантический максимум)

Гавайский максимум (Северо-Тихоокеанский максимум)

-Южно-Тихоокеанский максимум (ю-зап. Ю.Америки)

-Южно-Атлантический максимум (антициклон о. Св. Елены)

-Южно-Индийский максимум (антициклон о. Маврикий)

-Антарктический максимум

-Гренландский максимум.

Сезонные барические системы образуются в том случае, если давление по сезонам изменяет знак на обратный: на месте барического максимума возникает барический минимум и наоборот. К сезонным барическим системам относятся:

СП:

-летний Южно-Азиатский минимум с центром около 30⁰ с.ш. (997 гПа) и

-зимний Азиатский максимум с центром над Монголией (1036 гПа)

-летний Мексиканский минимум (Северо-Американская депрессия) – 1012 гПа
и

-зимний Северо-Американский и Канадский максимумы (1020 гПа)

ЮП:

- летние (январские) депрессии над Австралией, Южной Америкой и южной Африкой уступают место зимой австралийскому, южноамериканскому и южноафриканскому антициклонам.

Ветер. Горизонтальный барический градиент. Движение воздуха в горизонтальном направлении называется ветром. Ветер характеризуется скоростью, силой и направлением. Скорость ветра – расстояние, которое

проходит воздух за единицу времени (м/с, км/ч). Сила ветра – давление, оказываемое воздухом на площадку в 1 м^2 , расположенную перпендикулярно движению. Сила ветра определяется в кг/м^2 или в баллах по шкале Бофорта (0 баллов – штиль, 12 – ураган).

Скорость ветра определяется *горизонтальным барическим градиентом* – изменением давления (падение давления на 1 гПа) на единицу расстояния (100 км) в сторону уменьшения давления и перпендикулярно изобарам. Кроме барометрического градиента на ветер действуют вращение Земли (сила Кориолиса), центробежная сила и трение.

Сила Кориолиса отклоняет ветер вправо (в ЮП влево) от направления градиента. Центробежная сила действует на ветер в замкнутых барических системах – циклонах и антициклонах. Она направлена по радиусу кривизны траектории в сторону ее выпуклости. Сила трения воздуха о земную поверхность всегда уменьшает скорость ветра. Трение сказывается в нижнем, 1000-метровом слое, называемом *слоем трения*. Движение воздуха при отсутствии силы трения называется *градиентным ветром*. Градиентный ветер, дующий вдоль параллельных прямолинейных изобар, называется *геострофическим*, вдоль криволинейных замкнутых изобар – *геоциклострофическим*. Наглядное представление о повторяемости ветров определенных направлений дает диаграмма «роза ветров».

В соответствии с барическим рельефом существуют следующие зоны ветров:

1. приэкваториальный пояс штилей (ветры сравнительно редки, так как господствуют восходящие движения сильно нагретого воздуха);
2. зоны пассатов северного и южного полушарий;
3. области затишья в антициклонах субтропического пояса высокого давления (причина – господство нисходящих движений воздуха);
4. в средних широтах обоих полушарий – зоны преобладания западных ветров;
5. в околополярных пространствах ветры дуют от полюсов в сторону барических депрессий средних широт, т.е. здесь обычны ветры с восточной составляющей.

Общая циркуляция атмосферы (ОЦА) – система воздушных потоков планетарного масштаба, охватывающая весь земной шар, тропосферу и нижнюю стратосферу. В циркуляции атмосферы выделяют *зональные и меридиональные переносы*. К зональным переносам, развивающимся в основном в субширотном направлении, относятся:

- западный перенос, господствующий на всей планете в верхней тропосфере и нижней стратосфере;
- в нижней тропосфере, в полярных широтах – восточные ветры; 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-

экваториальных широт и внетропических широт.

ОЦА складывается под влиянием неравномерного распределения солнечной радиации, действия силы Кориолиса и неоднородности подстилающей поверхности.

При поступлении солнечной радиации на однородную не вращающуюся Землю в верхней части тропосферы возникло бы движение воздуха от экватора к полюсу, у подстилающей поверхности – от полюса к экватору. В самом деле, воздух на экваторе в приземном слое атмосферы сильно прогревается. Теплый и влажный воздух поднимается вверх, объем его возрастает, и в верхней тропосфере возникает высокое давление. У полюсов из-за сильного охлаждения приземных слоев атмосферы воздух сжимается, объем его уменьшается и наверху давление падает. Следовательно, в верхних слоях тропосферы возникает переток воздуха от экватора к полюсам. Благодаря этому масса воздуха у экватора, а значит, и давление у подстилающей поверхности уменьшаются, а на полюсах возрастает. В приземном слое начинается движение от полюсов к экватору. Вывод: солнечная радиация формирует меридиональную составляющую ОЦА.

На однородной вращающейся Земле действует еще сила Кориолиса. Наверху сила Кориолиса отклоняет поток в СП вправо от направления движения, т.е. с запада на восток. В ЮП движение воздуха отклоняется влево, т.е. опять с запада на восток. Поэтому вверху (в верхней тропосфере и нижней стратосфере, в интервале высот от 10 до 20 км давление уменьшается от экватора к полюсам) отмечен западный перенос, он отмечен для всей Земли в целом. В общем, движение воздуха происходит вокруг полюсов. Следовательно, сила Кориолиса формирует зональный перенос ОЦА.

Внизу у подстилающей поверхности движение более сложное, влияние оказывает неоднородная подстилающая поверхность, т.е. расчленение ее на материки и океаны. Образуется сложная картина основных воздушных потоков. От субтропических поясов высокого давления воздушные потоки оттекают к экваториальной депрессии и в умеренные широты. В первом случае образуются восточные ветры тропических-экваториальных широт. Над океанами благодаря постоянным барическим максимумам они существуют круглый год – *пассаты* – ветры экваториальных периферий субтропических максимумов, постоянно дующие только над океанами; над сушей прослеживаются не всюду и не всегда (перерывы вызываются ослаблением субтропических антициклонов из-за сильного прогрева и перемещения в эти широты экваториальной депрессии). В СП пассаты имеют северо-восточное направление, в ЮП – юго-восточное. Пассаты обоих 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, так как 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 ветров. В СП направление ветров юго-западное, в ЮП – северо-западное. Иногда эти ветры называют антипассатами, но генетически они с пассатами не связаны, а являются частью общепланетарного западного переноса.

Восточный перенос. Преобладающими ветрами в полярных широтах являются северо-восточные в СП и юго-восточные – в ЮП. Воздух перемещается от полярных областей повышенного давления в сторону пояса пониженного давления умеренных широт. Восточный перенос представлен также пассатами тропических широт. Вблизи экватора восточный перенос охватывает почти всю тропосферу, и западного переноса здесь нет.

Анализ по широтам основных частей ОЦА позволяет выделить три зональных незамкнутых звена:

-полярное: в нижней тропосфере дуют восточные ветры, выше – западный перенос;

-умеренное звено: в нижней и верхней тропосфере – ветры западных направлений;

-тропическое звено: в нижней тропосфере – восточные ветры, выше – западный перенос.

Тропическое звено циркуляции получило название ячейки Гадлея (автор наиболее ранней схемы ОЦА, 1735 г.), умеренное звено – ячейки Фрреля (американский метеоролог). В настоящее время существование ячеек подвергается сомнению (С.П. Хромов, Б.Л. Дзердиевский), однако в литературе упоминание о них сохраняется.

Струйные течения – ветры ураганной силы, дующие над фронтальными зонами в верхней тропосфере и нижней стратосфере. Особенно ярко они выражены над полярными фронтами, скорость ветра достигает 300-400 км/ч из-за больших градиентов давления и разреженности атмосферы.

Меридиональные переносы осложняют систему ОЦА и обеспечивают междуширотный обмен теплотой и влагой. Главными меридиональными переносами являются *муссоны* – сезонные ветры, меняющие летом и зимой направление на противоположное. Выделяют муссоны тропические и внетропические.

Тропические муссоны возникают по причине термических различий между летним и зимним полушариями, распределение суши и моря только усиливает, осложняет или стабилизирует это явление. В январе в СП располагается почти непрерывная цепь антициклонов: над океанами – постоянных субтропических, над материками – сезонных. В то же время в ЮП лежит сдвинутая туда экваториальная депрессия. В результате образуется перенос воздуха из СП в ЮП. В июле при обратном соотношении барических систем, происходит перенос воздуха через экватор из ЮП в СП. Таким образом, тропические муссоны - это не что иное, как пассаты, которые в некоторой, близкой к экватору полосе приобретают иное свойство – сезонную смену генерального направления. При помощи тропических муссонов осуществляется обмен воздуха между *полушариями*, а на между сушей и морем, тем более, что в тропиках термический контраст между сушей и морем вообще невелик.

Область распространения тропических муссонов вся лежит между 20⁰ с.ш. и 15⁰ ю.ш. (тропическая Африка к северу от экватора, восточная Африка к югу от экватора; южная Аравия; Индийский океан до Мадагаскара на западе и до северной Австралии на востоке; Индостан, Индокитай, Индонезия (без Суматры). Восточный Китай; в Ю.Америке – Колумбия). Например, муссонное течение, зарождающееся в антициклоне над северной Австралией и идущее в Азию, направляется, в сущности, с одного материка на другой; океан в данном случае служит лишь промежуточной территорией. Муссоны в Африке есть обмен воздуха между сушей одного и того же материка, лежащих в разных полушариях, а над частью Тихого океана муссон дует с океанической поверхности одного полушария на океаническую поверхность другого.

В образовании *внетропических муссонов* ведущую роль играет термический контраст между сушей и морем. Здесь муссоны возникают между сезонными антициклонами и депрессиями, одни из которых лежат на материке другие на океане. Так, зимние муссоны на Дальнем востоке есть следствие взаимодействия антициклона над Азией (с центром в Монголии) и постоянной Алеутской депрессии; летний – следствие антициклона над северной частью Тихого океана и депрессии над внутритропической частью Азиатского материка.

Внетропические муссоны лучше всего выражены на Дальнем Востоке (включая Камчатку), в Охотском море, в Японии, на Аляске и побережье Северного Ледовитого океана.

Одно из главных условий проявления муссонной циркуляции – отсутствие циклонической деятельности (над Европой и С. Америкой муссонная циркуляция отсутствует вследствие интенсивности циклонической деятельности, она «смывается» западным переносом).

Ветры циклонов и антициклонов.

Циклон – область пониженного давления, с системой ветров от периферии к центру против часовой стрелки в СП и по часовой – в ЮП.

Антициклон – область повышенного давления, с системой ветров от центра к периферии по часовой стрелке в СП и против часовой – в ЮП.

В центре циклона наблюдаются восходящие токи воздуха, в антициклоне – нисходящие.

Выделяют циклоны фронтальные, центральные, тропические и термические депрессии.

Фронтальные циклоны образуются на Арктическом и Полярном фронтах: на Арктическом фронте Северной Атлантики (около восточных берегов Северной Америки и у Исландии), на Арктическом фронте в северной части Тихого океана (около восточных берегов Азии и у Алеутских островов). Циклоны обычно существуют несколько суток, двигаясь с запада на восток со скоростью около 20-30 км/ч. На фронте возникает серия циклонов, в серии по три-четыре циклона. Каждый следующий циклон находится на более молодой стадии развития и движется быстрее. Циклоны нагоняют друг друга, смыкаются, образуя *центральные циклоны* – второй тип циклона. Благодаря малоподвижным центральным циклонам поддерживается область пониженного давления над океанами и в умеренных широтах.

Циклоны, зародившиеся на севере Атлантического океана, движутся в Западную Европу. Наиболее часто они проходят через Великобританию, Балтийское море, С-Петербург и далее на Урал и в Западную Сибирь или по Скандинавии, Кольскому полуострову и далее или к Шпицбергену, или по северной окраине Азии.

Северотихоокеанские циклоны идут в северо-западную Америку, а также северо-восточную Азию.

Тропические циклоны образуются на тропических фронтах чаще всего между 5 и 20° с. 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°C. Мощный подъем теплого и влажного воздуха приводит к выделению огромного количества теплоты при конденсации, что определяет кинетическую энергию циклона и низкое давление в центре. Циклоны двигаются с востока на запад по экваториальной периферии постоянных барических максимумов на океанах. Если тропический циклон достигает умеренных широт, он расширяется, теряет энергию и уже как внетропический циклон начинает двигаться с запада на восток. Скорость движения самого циклона небольшая (20-30 км/ч), но ветры в нем могут иметь скорость до 100 м/с. Наибольшая 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 и 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.

Термические депрессии возникают на суше из-за сильного перегрева участка поверхности, поднятия и растекания воздуха над ним. В результате у подстилающей поверхности образуется область пониженного давления.

Антициклоны подразделяются на фронтальные, субтропические антициклоны динамического происхождения и стационарные.

В умеренных широтах в холодном воздухе возникают *фронтальные антициклоны*, которые перемещаются сериями с запада на восток со скоростью 20-30 км/ч. Последний заключительный антициклон достигает субтропиков, стабилизируется и образует *субтропический антициклон динамического происхождения*. К ним относятся постоянные барические максимумы на океанах. *Стационарный антициклон* возникает над сушей в зимний период в результате сильного выхолаживания участка поверхности.

Зарождаются и устойчиво держатся антициклоны над холодными поверхностями Восточной Арктики, Антарктиды, а зимой и Восточной Сибири. При прорыве арктического воздуха с севера зимой антициклон устанавливается над всей Восточной Европой и иногда захватывает Западную и Южную.

За каждым циклоном следует и перемещается с той же скоростью антициклон, который включает собой всякую циклоническую серию. При движении с запада на восток циклоны испытывают отклонение к северу, а антициклоны – к югу в СП. Причина отклонений объясняется влиянием силы

Кориолиса. Следовательно, циклоны начинают двигаться на северо-восток, а антициклоны на юго-восток. Благодаря ветрам циклонов и антициклонов наблюдается обмен между широтами теплом и влагой. В областях повышенного давления преобладают токи воздуха сверху вниз – воздух сухой, облаков нет; в областях пониженного давления – снизу вверх – образуются облака, выпадают осадки. Внедрение теплых воздушных масс называется «волнами тепла». Перемещение тропических воздушных масс в умеренные широты летом вызывает засуху, зимой – сильные оттепели. Внедрение арктических воздушных масс в умеренные широты – «волны холода» – вызывает похолодание.

Местные ветры – ветры, возникающие на ограниченных участках территории в результате влияния местных причин. К местным ветрам термического происхождения относятся бризы, горно-долинные ветры, влияние рельефа вызывает образование фенов и бора.

Бризы возникают на берегах океанов, морей, озер, там, где велики суточные колебания температур. В крупных городах сформировались городские бризы. Днем, когда суша нагрета сильнее, над ней возникает восходящее движение воздуха и отток его наверху в сторону более холодного. В приземных слоях ветер дует в сторону суши, это дневной (морской) бриз. Ночной (береговой) бриз возникает ночью. Когда суша охлаждается сильнее, чем вода, и в приземном слое воздуха ветер дует с суши на море. Морские бризы выражены сильнее, их скорость равна 7 м/с, полоса распространения – до 100 км.

Горно-долинные ветры образуют ветры склонов и собственно горно-долинные и имеют суточную периодичность. Ветры склонов – результат различного нагрева поверхности склона и воздуха на той же высоте. Днем воздух на склоне нагревается сильнее, и ветер дует вверх по склону, ночью склон охлаждается тоже сильнее и ветер начинает дуть вниз по склону. Собственно горно-долинные ветры вызваны тем, что воздух в горной долине нагревается и охлаждается сильнее, чем на той же высоте на соседней равнине. Ночью ветер дует в сторону равнины, днем – в сторону гор. Обращенный в сторону ветра склон, называется наветренным, а противоположный – подветренным.

Фен – теплый сухой ветер с высоких гор, часто покрытых ледниками. Возникает он благодаря адиабатическому охлаждению воздуха на наветренном склоне и адиабатическому нагреву – на подветренном склоне. Наиболее типичный фен возникает в случае, когда воздушное течение ОЦА переваливает через горный хребет. Чаще *встречается* антициклональный фен, он образуется в том случае, если над горной страной стоит антициклон. Фены наиболее часты в переходные сезоны, продолжительность их несколько суток (в Альпах в году 125 дней с фенами). В горах Тянь-Шаня подобные ветры называют кастек, в Средней Азии – гармсил, в Скалистых горах – чинук. Фены вызывают раннее цветение садов, таяние снега.

Бора – холодный ветер, дующий с невысоких гор в сторону теплого моря. В Новороссийске он называется норд-остом, на Апшеронском полуострове –

нордом. На Байкале – сармой, в долине Роны (Франция) – мистралью. Возникает бора 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 теплой бухты, где давление низкое, скорость может достигать 30 м/с, температура воздуха резко падает до -5°C .

К мелкомасштабным вихрям относятся *смерчи* и *тромбы (торнадо)*. Вихри над морем называются смерчами, над сушей – тромбами. Зарождаются смерчи и тромбы обычно в тех же местах, что и тропические циклоны, в жарком влажном климате. Основным источником энергии служит конденсация водяных паров, при которой выделяется энергия. Большое число торнадо в США объясняется приходом влажного теплого воздуха с Мексиканского залива. Вихрь двигается со скоростью 30-40 км/ч, но скорость ветра в нем достигает 100 м/с. Тромбы возникают обычно поодиночке, вихри – сериями. В 1981 г. у побережья Англии в течение пяти часов сформировалось 105 смерчей.

Понятие о воздушных массах (ВМ). Анализ вышеизложенного показывает, что тропосфера не может быть физически однородной во всех своих частях, она разделяется (не переставая быть единой и цельной) на *воздушные массы* – крупные объемы воздуха тропосферы и нижней стратосферы, обладающие относительно однородными свойствами и движущиеся как единое целое в одном из потоков ОЦА. Размеры ВМ сопоставимы с частями материков, протяженность тысячи километров, мощность – 22-25 км. Территории, над которыми формируются ВМ, называются очагами формирования. Они должны обладать однородной подстилающей поверхностью (суша или море), определенными тепловыми условиями и временем, необходимым для их образования. Подобные условия существуют в барических максимумах над океанами, в сезонных максимумах над сушей.

Типичные свойства ВМ имеет только в очаге формирования, при перемещении она трансформируется, приобретая новые свойства. Приход тех или иных ВМ вызывает резкие смены погоды непериодического характера. По отношению к температуре подстилающей поверхности ВМ делят на теплые и холодные. Теплая ВМ перемещается на холодную подстилающую поверхность, она приносит потепление, но сама охлаждается. Холодная ВМ приходит на теплую подстилающую поверхность и приносит похолодание. По условиям образования ВМ подразделяют на четыре типа: экваториальные, тропические, полярные (воздух умеренных широт) и арктические (антарктическая). В каждом типе 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 повышены, амплитуды температур значительно меньше континентальных.

Экваториальные ВМ образуются в низких широтах, характеризуются высокими температурами и большой относительной и абсолютной влажностью.

Эти свойства сохраняются и над сушей и над морем.

Тропические ВМ формируются в тропических широтах, температура в течение года не опускается ниже 20⁰С, относительная влажность невелика. Выделяют: а) континентальные ТВМ, формирующиеся над материками тропических широт в тропических барических максимумах – над Сахарой, Аравией, Тар, Калахари, а летом в субтропиках и даже на юге умеренных широт – на юге Европы, в Средней Азии и Казахстане, в Монголии и Северном Китае; б) морские ТВМ, образующиеся над тропическими акваториями – в Азорском и Гавайском максимумах; характеризуются высокой температурой и влагосодержанием, но низкой относительной влажностью.

Полярные ВМ, или воздух умеренных широт, образуются в умеренных широтах (в антициклонах умеренных широт из арктических ВМ и воздуха, пришедшего из тропиков). Температуры зимой отрицательные, летом положительные, годовая амплитуда температур значительна, абсолютная влажность увеличивается летом и уменьшается зимой, относительная влажность средняя. Выделяют: а) континентальный воздух умеренных широт (кУВ), который формируется над обширными поверхностями континентов умеренных широт, зимой сильно охлажден и устойчив, погода в нем ясная с сильными морозами; летом сильно прогревается, в нем возникают восходящие токи; б) морской воздух умеренных широт (мУВ), формируется над океанами в средних широтах; западными ветрами и циклонами переносится на материки; характеризуется большой влажностью и умеренной температурой; зимой несет оттепели, летом – прохладную и всегда пасмурную погоду.

Арктические (антарктические) ВМ формируются в полярных широтах. Температуры в течение года отрицательные, абсолютная влажность небольшая. Выделяют: а) кАВМ, формирующиеся над ледяной поверхностью Арктики, а зимой также над Таймыром, бассейном Колымы, Чукоткой и Северной Канадой; характеризуется низкими температурами, малым влагосодержанием и большой прозрачностью; вторжение в умеренные широты вызывает значительные и резкие похолодания; б) мАВМ, формирующиеся в европейской Арктике, над океаном свободным ото льда; отличается большим влагосодержанием и несколько более высокой температурой; вторжение на материк может вызвать кратковременное потепление.

ВМ находятся в постоянном движении. При их сближении возникают атмосферные фронты. *Атмосферный фронт* – узкая переходная зона, разделяющая на значительном протяжении ВМ с разными физическими свойствами. Пересечение атмосферного фронта с земной поверхностью образует так называемую фронтальную зону. Ширина фронтальных зон – несколько сотен километров, длина – тысячи километров, вертикальная мощность – до высоты 20 км. Чаще всего атмосферные фронты возникают в умеренных широтах, где встречаются холодный воздух из высоких широт и теплый воздух из тропических. Фронтальная зона в пространстве изображается фронтальной поверхностью, пересечение которой с земной поверхностью образует линию фронта. На линии фронта скачком меняются температура, влажность, облачность, давление, направление и скорость ветра.

Между АВМ и УВМ проходят Арктический и Антарктический фронты, расположенные в среднем около 65° с.ш и ю.ш. В средних широтах между УВМ и ТВМ проходят умеренные фронты СП и ЮП. Летом они смещаются к 50° , зимой к 30° с.ш. Между УВМ и ТВМ находится тропический фронт. В экваториальных широтах при соприкосновении ЭВМ СП и ЮП образуется не фронт, а зона конвергенции или сходимости.

Атмосферные фронты подразделяются на теплые, холодные и окклюзии.

Теплым фронтом называется такой фронт, когда теплая ВМ более активна и перемещается в направлении холодной ВМ. Линия фронта при этом смещается в сторону холодного воздуха. После прохождения теплого фронта наступает потепление.

Холодный фронт образуется при наступлении холодной ВМ в направлении теплой ВМ. Линия фронта перемещается в сторону теплого воздуха. При смыкании холодного и теплого фронтов возникают *фронты окклюзии*.

На климатических картах можно выделить зоны, где чаще всего встречаются разные типы ВМ, здесь проходят *климатические фронты* – средние многолетние, наиболее типичные положения серий атмосферных фронтов, возникающих между типами или подтипами ВМ. Главные климатические фронты разделяют типы ВМ, вторичные – подтипы ВМ. Существуют *арктический (антарктический)* фронт, разделяющий АВМ и ПВМ, *полярный фронт* – между ПВМ и ТВМ, *тропический фронт* – между ТВМ и ЭВМ.

Процессы формирования и смещения ВМ, образования фронтов положены в основу генетической классификации климатов Б.П. Алисова.

Таким образом:

1. Исследование проблем, относящихся к движениям атмосферы, приводит к установлению самой тесной связи между распределением температур на Земле, общей картиной барического рельефа и распределением ветров. Наиболее ярко связь эта видна в хорошо совпадающей зональности всех трех зависимых явлений. Можно построить логическую и закономерную цепь, последовательными звеньями которой являются: форма Земли – специфическое (обусловленное формой Земли) распределение солнечной радиации – обусловленное радиацией распределение температуры – обусловленное температурой и вращением Земли распределение барического рельефа – обусловленная барическим рельефом циркуляция воздуха.
2. Поскольку тропосфера располагается над разнообразными по характеру подстилающими поверхностями в различно нагретых солнцем областях и на различной высоте над уровнем моря или суши, она не может быть физически однородной. Отдельные ее части должны отличаться по температуре, плотности, степени насыщения водяными парами. Это дает основание подразделить тропосферу на ВМ, причем каждая масса внутри себя более или менее однородна, но от соседней массы значительно отличается по ряду свойств и особенностей.

3. К наиболее важным и генетически взаимосвязанным формам ОЦА принадлежат пассаты, циклоны и антициклоны умеренных широт, муссоны.

5.3. Влагооборот в атмосфере

Влагооборот – непрерывный процесс перемещения воды под действием солнечной радиации и силы тяжести. Благодаря влагообороту в атмосфере возникают облака и выпадают осадки. Выделяют малый, большой и внутриматериковый влагооборот. *Малый* влагооборот наблюдается над океаном, здесь взаимодействуют атмосфера, гидросфера, в процессе участвует живое вещество. Благодаря испарению в атмосферу поступает водяной пар, образуются облака и осадки выпадают на океан.

В *большом* влагообороте взаимодействуют атмосфера, литосфера, гидросфера, живое вещество. Испарение и транспирация в поверхности океана и с суши обеспечивают поступление водяного пара в атмосферу. Облака, попадая в потоки ОЦА, переносятся на значительные расстояния и осадки могут выпадать в любой точке на поверхности Земли.

Внутриматериковый влагооборот характерен для областей внутреннего стока. Глобальный влагооборот Земли находит свое выражение в *водном балансе* Земли. За год количество испарившейся на всей Земле воды равно выпавшим осадкам, в годовой влагооборот включено 525,1 тыс. км³ воды. В течение года с каждого км² Земли в среднем испаряется 1030 мм воды (М.И. Львович, 1986).

Основные звенья влагооборота в атмосфере: испарение, образование облаков, выпадение осадков.

Испарение – процесс перехода воды из жидкого состояния в газообразное. Одновременно идет обратный процесс – водяной пар переходит в жидкость, испарение идет тогда, когда первый процесс преобладает. Из двух составных частей испарения – непроизводительного физического с открытой поверхности и транспирации влаги растениями – большое природное значение имеет последняя, поскольку она участвует в развитии биосферы. На Земле на испарение воды затрачивается 25% всей солнечной энергии, достигающей земной поверхности. Суточный ход испарения параллелен суточному ходу температур: наибольшее испарение наблюдается в середине дня, минимум – в ночные часы. 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 – 3000 мм/год, на суше величина испарения в тропических пустынях резко сокращается до 100 мм/год. На экваторе, на суше и океане, величина испарения примерно одинакова – 1500-2000 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 испаряемость характерна для суши тропических широт: 2500-3000 мм в СП, 2000 в ЮП. В экваториальных широтах испаряемость равна 1500 мм/год, в умеренных широтах – 450-600 мм/год, в полярных широтах менее 200 мм/год.

Влажность воздуха – содержание водяного пара в воздухе; влагосодержание – содержание воды в трех агрегатных состояниях. Наиболее важными, хотя и не единственными показателями влажности служат:

-*абсолютная влажность воздуха* – реальное количество водяного пара в 1 м³ воздуха, г/м³. С увеличением температуры абсолютная влажность увеличивается, так как теплый воздух может содержать больше водяных паров.

-*относительная влажность* – отношение абсолютной влажности к максимальной (предельное содержание водяного пара при данной температуре), выраженное в процентах. При повышении температуры относительная влажность понижается, так как с ростом температуры быстрее растет максимальная влажность.

Географическое распределение влажности зависит от температуры воздуха, испарения и переноса паров воды. Абсолютная влажность уменьшается от экватора (25-30 г/м³) к полярным широтам (около 1 г/м³). Относительная влажность в экваториальных и полярных широтах составляет 85-90%: на экваторе из-за большого количества осадков и испарения, а в полярных широтах из-за низких температур. В умеренных широтах летом относительная влажность равна 60%, зимой она возрастает до 75-80%. Самая низкая относительная влажность в тропиках на материках – 30-40%, летом может уменьшаться до 10%.

Поднимаясь, водяной пар достигает уровня конденсации и переходит в жидкое состояние. Та высота, на которой воздух достигает предела насыщения, называется *уровнем конденсации*. Кроме испарения в воздухе может начаться сублимация – переход водяного пара в твердое состояние минуя жидкую фазу (при температуре –10⁰С).

Конденсация может происходить на поверхности Земли и в атмосфере. В первом случае образуются гидрометеоры (продукты конденсации, образовавшиеся при непосредственном контакте водяного пара с земной поверхностью: роса, иней, твердый и жидкий налет, изморось), во втором облака и туманы. Туманы возникают в приземном слое атмосферы, облака – в свободной атмосфере.

Туман – скопление в приземном слое атмосферы капелек воды или кристаллов льда, понижающих горизонтальную видимость до 1 км.

Облака – видимое скопление продуктов конденсации в виде капелек воды и кристаллов льда на некоторой высоте в атмосфере. Нижняя граница облаков определяется уровнем конденсации, верхняя – уровнем конвекции и может находиться на высоте до 20 км.

Степень покрытия неба облаками называется *облачностью*, она выражается в баллах (если все небо покрыто облаками – 10 баллов, если небо ясное – 0).

Распределение облачности на Земле зонально. Наиболее покрыто небо

облаками в экваториальных широтах: на суше 5-6 баллов, на океане до 7 баллов. В пустынях тропических широт облачность очень мала – 2-4 балла, в умеренных и полярных широтах – 6-7 баллов. Для Земли в целом облачность составляет 6 баллов.

Атмосферными осадками называют капли и кристаллы воды, выпавшие на земную поверхность из атмосферы. По агрегатному состоянию выделяют жидкие (дождь, морось), твердые (снежная и ледяная крупа, снег и град), и смешанные осадки. Капли дождя имеют диаметр от 0,05 (морось) до 7 мм, максимальный размер капли 9,4 мм. Снежинки представляют собой шестигранные кристаллы, иногда снег выпадает в виде больших хлопьев, достигающих в поперечнике 1 см и более. По характеру выпадения атмосферные осадки подразделяют на: ливневые (интенсивность более 1 мм/мин), обложные (0,1-1 мм/мин) и морозящие. В умеренных широтах отмечено 56% обложных осадков, 14% ливневых и 30% морозящих. Количество осадков измеряется толщиной слоя воды (мм), который бы образовался в результате выпадения осадков при отсутствии просачивания, стока, испарения. Интенсивность выпадения осадков – слой воды, образующийся за 1 мин. По происхождению осадки могут быть внутримассовыми (конвективными) и фронтальными. Внутримассовые осадки формируются в одной воздушной массе при развитии конвекции в результате нагрева поверхности или при подъеме по склону гор. Фронтальные осадки образуются при соприкосновении двух воздушных масс. Осадки выпадают всегда из более теплой ВМ, именно теплый воздух поднимается, достигает уровня конденсации и в нем происходит конденсация водяных паров.

Осадки по земной поверхности распределены зонально-регионально. Наглядное представление о распределении осадков дает карта *изогиет* – линии, соединяющие точки с одинаковым количеством осадков. На географическое распределение осадков воздействуют следующие факторы: основные – температура воздуха и ОЦА (определяют зональность); дополнительные – морские течения, формы рельефа (наличие горных хребтов), неравномерное распределение суши и океана (определяют региональные различия). Зоны осадков повторяют барические пояса, но с обратным знаком. В основе этой зависимости лежит адиабатический процесс.

1. Экваториальная зона максимального количества осадков, простирается приблизительно от 17⁰ с.ш. до 20⁰ ю.ш. В нее входят Амазония, территория севернее и южнее ее, Центральная Африка, область джунглей на южных склонах Гималаев, Зондский архипелаг, Новая Гвинея. Абсолютный максимум осадков приходится на предгорья Гималаев (Черрапунджи – 12 660 мм), Анд (Тутунендо, Колумбия – 11 770 мм), где поднимаются влажные воздушные массы пассатов.

2. Тропические пояса, от 20⁰ до 32⁰ обоих полушарий, характеризуются господством сухого воздуха. Здесь располагаются два пояса пустынь. Сухость воздуха объясняется его адиабатическим нагреванием и иссушением в нисходящих токах антициклонов. Особенно бедны осадками западные побережья материков, омываемые холодными морскими течениями.

Минимальное количество осадков характерно для пустыни Атакама (Ю. Америка) – 1 мм. Восточные части материков – Флорида и район Рио-де-Жанейро, Юго-Восточная Азия, Юго-Восток Африки и Восточная Австралия – орошаются дождями, приносимыми пассатами, дующими с океана. Здесь климат влажный тропический.

3. Влажные зоны средних широт между 40-й и 60-й параллелями в каждом полушарии. Образование максимума осадков умеренных широт обусловлено: а) западным переносом воздушных масс с океана в Евразию, Северо-Западную Америку и Южные Анды; б) циклонической деятельностью; в) подъемом воздуха на Арктическом и Умеренном фронтах; г) муссонной циркуляцией в Восточной Азии.

Умеренному поясу в соответствии с наибольшей площадью материков свойственны наибольшие региональные различия (секторность) в распределении осадков. Выделяются три сектора: *западный* с обильными осадками (Западная Европа: Пиренеи, Ирландия, Норвегия – 1000 мм, в Скандинавских горах до 3000 мм; Северо-Западная Америка, западный склон Анд (2000-3000 мм) – первыми воспринимают морские воздушные массы (мУВМ), на них обрушиваются серии циклонов); *центральный* с их минимумом: степные с осадками от 500 мм на западе до 300 мм на востоке, полупустынные и пустынные (самое сухое место в Европе – Астрахань с годовой суммой осадков 162,6 мм, в умеренных пустынях Азии и Северной Америки – от 200 до 100 мм) и *восточный*, в котором количество осадков снова увеличивается (Дальний Восток – муссонная циркуляция – 500-1000 мм).

4. Холодные области высоких широт в обоих полушариях с малым (менее 250 мм) количеством осадков. Их существование объясняется слабой солнечной радиацией, низкими температурами воздуха и малым возможным влагосодержанием воздуха, ничтожным испарением, а также антициклональной циркуляцией воздуха. Региональные различия невелики: западные побережья, омываемые теплыми водами получают осадков больше (400 мм), восточные меньше (устье Лены только 90 мм).

Большое значение для земной поверхности имеет увлажнение, которое зависит не только от осадков, но и от величины испаряемости. Для оценки условий увлажнения пользуются *коэффициентом увлажнения (K)*, он представляет собой отношение количества выпавших осадков к испаряемости.

Для территорий с избыточным увлажнением $K > 1$ (100%), к ним относятся заболоченная тундра, тайга, экваториальные леса; саванны, лесостепи являются территориями с нормальным увлажнением, здесь $K=0,8-1$ (80-100%); к территориям с недостаточным увлажнением относятся степи (0,3-0,6), полупустыни (0,1-0,3) и пустыни (0,12).

5.4. Типы климатов (по Б.П. Алисову)

Теплооборот, влагооборот и ОЦА формируют погоду и климат в ГО.

Погода – состояние атмосферы в данный момент над определенной территорией. Погода характеризуется совокупностью метеозлементов:

температурой, давлением, влажностью, осадками, облачностью. Погода отличается изменчивостью, многообразием и повторяемостью.

Климат (от греч. klima – наклон) – многолетний режим погоды данной местности, обусловленный солнечной радиацией, подстилающей поверхностью и ОЦА (определение К.С. Рубинштейн и О.А. Дроздова). Наука, изучающая климат называется климатологией.

Основоположники климатологии А.Н. Воейков и Юлиус Ганн. Из многочисленных классификаций климатов, созданных классической климатологией, наибольшее значение имеют две: В.П. Кеппена (в основе – средние годовые температуры, годовое количество осадков и их распределение по сезонам) и А.С. Берга (в основе – принцип географической зональности). Основы генетического, или динамического, анализа климатов заложены А.И. Воейковым, дальнейшее развитие он получил в работах П.И. Броунова и, особенно, в работах Б.П. Алисова. В основу генетической классификации климатов Б.П. Алисова положены географические типы ВМ и их циркуляция. Разделение Земли на климатические пояса связано с условиями формирования (а не с описанием) климатов, которые определяются циркуляцией ВМ. В зависимости от особенностей циркуляции и типа ВМ выделяются 13 климатических поясов. Основные пояса (7) характеризуются господством одной ВМ в течение года. В переходных поясах (6) происходит смена ВМ по сезонам. Границы поясов проводятся по летнему и зимнему положению климатических фронтов.

Внутри климатических поясов выделены области по особенностям климатообразующих процессов на разной подстилающей поверхности: климат материковый, климат океанический, климат западных и восточных побережий. Различия первых двух климатов обусловлены особенностями климатообразующих процессов над сушей и океаном; климаты побережий формируются благодаря своеобразию процессов над теплыми и холодными течениями.

Процессы климатообразования – силы, действие которых определяет климат данного региона. Важнейшими климатообразующими процессами являются теплооборот, влагооборот и ОЦА. Эти физические процессы имеют общий источник энергии – солнечную радиацию.

Кроме климатообразующих процессов на климат оказывают влияние факторы. *Факторы климатообразования* – географические условия, определяющие своеобразие и скорость протекания климатообразующих процессов. К ним относятся: солнечная радиация, подстилающая поверхность (океанический и материковый типы климатов; западных и восточных побережий), течения, рельеф, человеческая деятельность.

Экваториальный климатический пояс занимает область бассейна реки Конго и побережье Гвинейского залива в Африке, бассейн реки Амазонки в Южной Америке, Зондские острова у берегов Юго-Восточной Азии. Разрыв климатического пояса на восточных берегах материков объясняется господством субтропических барических максимумов над океанами. Наибольший переток воздуха идет по экваториальным перифериям барических

максимумов, он захватывает восточные берега материков. В экваториальном поясе происходит увлажнение тропического воздуха, принесенного пассатами. Экваториальный воздух формируется при пониженном давлении, слабых ветрах и при высоких температурах. Величина суммарной радиации 580-670 кДж/см² в год немного понижена из-за большой облачности и влажности экваториальных широт. Радиационный баланс на материке составляет 330 кДж/см² в год, на океане равен 420-500 кДж/см² в год.

На экваторе весь год господствуют экваториальные ВМ. Средняя температура воздуха колеблется от +25 до +28°С, сохраняется высокая относительная влажность, 70-90%. В экваториальных широтах по обеим сторонам от экватора выделяют внутритропическую зону конвергенции, которая характеризуется сходимостью пассатов двух полушарий, обуславливающей мощные восходящие потоки воздуха. Но конвекция развивается не только по этой причине. Нагретый воздух, насыщенный водяными парами, поднимается вверх, конденсируется, образуются кучево-дождевые облака, из которых после полудня выпадают ливневые осадки. В этом поясе годовое количество осадков превышает 2000 мм. Есть места, где количество осадков увеличивается до 5000 мм. Высокая температура в течение всего года и большое количество осадков создают условия для развития на суше богатой растительности – влажных экваториальных лесов – гилей (в Южной Америке влажные леса называются сельвой, в Африке – джунглями).

Материковый и океанический типы экваториального климата различаются незначительно.

Климат субэкваториального пояса приурочен к огромным пространствам Бразильского нагорья, Центральной Африке (к северу, востоку и югу от бассейна реки Конго), Азии (на полуостровах Индостан и Индокитай), Северной Австралии.

Суммарная солнечная радиация составляет около 750 кДж/см² в год, радиационный баланс 290 кДж/см² в год на суше и до 500 кДж/см² в год на океане.

Субэкваториальный климатический пояс характеризуется муссонной циркуляцией воздуха: воздух движется из тропических широт зимнего полушария как зимний сухой муссон (пассат), после пересечения экватора он трансформируется в летний влажный муссон. Характерная особенность этого пояса – смена воздушных масс по сезонам: летом господствует экваториальный воздух, зимой – тропический. Выделяются два сезона – влажный (летний) и сухой (зимний). В летний сезон климат незначительно отличается от экваториального: большая влажность, обильное выпадение осадков, вызванное восходящими токами экваториального воздуха. Общее количество осадков равно 1500 мм, на наветренных склонах гор их количество резко увеличивается (Черапунджи – 12 660 мм). В зимний сезон условия резко меняются с приходом сухого тропического воздуха: устанавливается жаркая сухая погода, выгорают травы, деревья сбрасывают листву. Внутри континентов и на их западных берегах растительный покров субэкваториального пояса представлен саваннами, на восточных берегах господствуют влажные экваториальные леса.

Тропический климатический пояс в Южном полушарии распространяется сплошной полосой, расширяясь над океанами. На океанах в течение года господствуют постоянные барические максимумы, в которых формируются тропические ВМ. В Северном полушарии тропический пояс разрывается над Индокитаем и Индостаном; разрыв пояса объясняется тем, что господства тропических ВМ в течение всего года не наблюдается. Летом в Южно-Азиатский минимум проникает экваториальный воздух, зимой – из Азиатского максимума далеко к югу вторгаются умеренные (полярные) ВМ.

Годовая величина суммарной радиации на материках составляет 750-849 кДж/см² в год (в Северном полушарии до 920 кДж/см² в год), на океане 670 кДж/см² в год; радиационный баланс – 250 кДж/см² в год на материке и 330-420 кДж/см² в год на океане.

В тропическом климатическом поясе в течение всего года господствуют тропические ВМ, которые отличаются высокими температурами. Средняя температура самого теплого месяца превышает +30°C, в отдельные дни температура повышается до +50°C, а поверхность Земли нагревается до +80°C (на северном побережье Африки зафиксирована максимальная температура +58°C). Ввиду повышенного давления и нисходящих токов воздуха конденсации водяных паров почти не происходит, поэтому осадков на большей части тропического пояса очень мало – менее 250 мм. Это вызывает образование величайших пустынь мира – Сахары и Калахари в Африке, пустынь Аравийского полуострова, Австралии.

В тропическом поясе климат, не везде засушлив. Климат восточных побережий (пассаты дуют с океана) отличается большим количеством осадков – 1500 мм (Большие Антильские острова, восточное побережье Бразильского плоскогорья, восточное побережье Африки в Южном полушарии). Особенности климата объясняются также влиянием теплых течений, подходящих к восточным берегам материков. Климат западных побережий (называется «гаруа» - морозящий туман) развит на западных берегах Северной и Южной Америки, Африки, в Австралии выражен слабо. Особенность климата состоит в том, что при отсутствии осадков (в Атакаме 0 мм в год) относительная влажность воздуха составляет 85-90%. На формирование климата западных побережий оказывает влияние постоянный барический максимум на океане и холодные течения у берегов материков.

Климат субтропического пояса развит сплошной полосой примерно между 25 и 40° широты в Северном и Южном полушариях. Для этого пояса характерна смена воздушных масс по сезонам: летом в барических максимумах на океанах и в термических депрессиях на суше формируются тропические ВМ; зимой господствуют умеренные ВМ. Поэтому в субтропическом поясе наблюдаются два климатических режима – умеренный и тропический.

Суммарная солнечная радиация равна 585-670 кДж/см² в год, радиационный баланс – 200 кДж/см² в год на материке и 290-330 кДж/см² в год на океане.

Климат западных побережий называется средиземноморским (побережье Средиземного моря в Европе, Калифорния в северной Америке, северная часть

Чили в Южной Америке, юго-запад Африки и Австралии), особенность которого заключается в том, что летом сюда перемещается область высокого давления из тропиков, где формируется тропический сухой воздух, а зимой сюда приходит воздух умеренных широт и, благодаря активизации полярного фронта, выпадают осадки (до 1000 мм).

Климат восточных побережий имеет муссонный характер и особенно хорошо выражен на восточном побережье Азии, юго-восточной части Северной Америки. Летом сюда поступают влажные тропические массы воздуха с океана (летний муссон), приносящие большую облачность и осадки (температура составляет $+25^{\circ}\text{C}$). Зимние муссоны приносят потоки континентального воздуха умеренных широт, температура самого холодного месяца $+8^{\circ}\text{C}$. Общее количество осадков около 1000 мм.

Материковый климат (аридный) развит в Северной Америке (Большой Бассейн), во внутренних районах Азии (Восточная Турция, Иран, Афганистан). В течение всего года преобладают сухие массы воздуха: летом – тропические, зимой – континентального воздуха умеренных широт. Среднемесячная температура летом около $+30^{\circ}\text{C}$, максимальная температура больше $+50^{\circ}\text{C}$; зимой – $+6$ - $+8^{\circ}\text{C}$, минимальная температура опускается ниже 0°C . Годовая амплитуда температур равна 25°C . Общее количество осадков равно 300 мм. В центральных областях материков расположены пустыни.

Умеренный климатический пояс распространен примерно между 40° северной и южной широты и полярными кругами. В Южном полушарии климат в основном океанический, в Северном полушарии наблюдаются четыре типа климата: материковый, океанический, западных и восточных побережий.

Суммарная радиация составляет 330 - 500 кДж/см² в год, радиационный баланс – 85 - 170 кДж/см² в год. Летом величина радиационного баланса практически равна величине радиационного баланса тропических широт из-за большой продолжительности дня. Зимой величина радиационного баланса отрицательная вследствие небольшой высоты Солнца над горизонтом, небольшой продолжительности дня и большого альбедо снежного покрова.

В умеренном климатическом поясе господствуют умеренные (полярные) воздушные массы в течение всего года, но господство их относительное: очень часто в умеренные широты вторгаются арктические и тропические воздушные массы. Особенностью циркуляции атмосферы являются западные ветры, наиболее устойчивые в зимнее время, и циклоническая деятельность.

Материковый климат распространен в Евразии (центральные районы средней полосы России, Украина, север Казахстана) и Северной Америке (юг Канады). Летом над материками происходит интенсивная трансформация воздушных масс, приходящих с океана и с севера. Воздух нагревается, дополнительно увлажняется за счет влаги, испаряющейся с поверхности материка. Среднемесячная температура июля увеличивается от $+10^{\circ}\text{C}$ на границе с субарктическим поясом до $+24^{\circ}\text{C}$ у границы с субтропическим. Июльские изотермы располагаются субширотно, на материках отклоняясь к полюсу из-за более сильного прогрева. Максимальная летняя температура достигает $+46^{\circ}\text{C}$ на границе с субтропическим поясом. Январские температуры

уменьшаются от -5 - -10°C в умеренно-континентальном климате до -35 - -40°C в резко континентальном климате. Годовая амплитуда температуры возрастает до 60° .

Материковый климат характеризуется умеренным континентальным типом годового хода осадков с летним максимумом. Общее количество осадков уменьшается с запада на восток: в умеренно-континентальном климате 800 мм, в континентальном – 600 мм, в резко-континентальном – около 300 мм. Зимой характерен устойчивый снежный покров, продолжительность которого увеличивается от 4 месяцев в умеренно континентальном климате до 9 месяцев в резко континентальном климате. Развит широкий спектр зон от таежных лесов до пустынь.

Климат западных побережий (морской) формируется под воздействием западных ветров, идущих с океана (Западная Европа, запад Северной Америки, Канада, юг Южной Америки – Чили). Среднемесячная температура июля $+12$ - $+15^{\circ}\text{C}$, среднемесячная температура января $+5^{\circ}\text{C}$, годовая амплитуда температур 10° . Наблюдается умеренный морской тип годового хода осадков: осадки выпадают практически равномерно в течение года с небольшим зимним максимумом. Общее количество осадков составляет 1000 мм, на западном склоне Кордильер в Северной Америке их величина возрастает до 3000 мм, здесь произрастают широколиственные дубовые и дубово-грабовые леса.

Климат восточных побережий наиболее широко распространен на восточном побережье Азии (северо-восток Китая, Дальний Восток). Своеобразие климата заключается в муссонной циркуляции воздуха. Летом из постоянных барических максимумов на океанах морская тропическая воздушная масса перемещается на восточные берега, по пути она трансформируется и превращается в морскую умеренную (полярную) воздушную массу. Среднемесячная температура июля равна $+18$ - $+20^{\circ}\text{C}$. Зимой из сезонных барических максимумов на материках к побережью подходит холодная умеренная (полярная) воздушная масса. Температура зимой составляет -25°C , годовая амплитуда температур 45° . Наблюдается муссонный тип годового хода осадков с большим летним максимумом, общее количество равно 600 - 700 мм, произрастают хвойные и смешанные леса.

Океанический климат развит в Южном полушарии над сплошным кольцом воды в умеренных широтах. В северном полушарии он формируется в северной части тихоого и Атлантического океанов. Над океаном в течение года сохраняются постоянные барические минимумы: в Северном полушарии – Исландский, Алеутский, в Южном – Приантарктический пояс пониженного давления. Летняя температура составляет $+15^{\circ}\text{C}$, зимняя - $+5^{\circ}\text{C}$, годовая амплитуда температуры 10° . Весь год отмечается циклоническая деятельность, усиливающаяся в зимнее время. Осадки выпадают весь год с небольшим зимним максимумом, общее количество около 1000 мм.

Климат субполярного пояса располагается к северу от умеренного пояса в северном полушарии и к югу – в Южном полушарии. Это переходные пояса – субарктический и субантарктический, для которых характерна смена воздушных масс по сезонам: летом – воздух умеренных широт, зимой –

арктический (антарктический).

Величина суммарной радиации равна 330 кДж/см^2 в год, радиационный баланс около 40 кДж/см^2 в год. Большую часть года радиационный баланс отрицательный. В поясе наблюдается явление полярной ночи и полярного дня.

Материковый субарктический климат развит в Северном полушарии в Северной Америке и Евразии. Лето относительно теплое, короткое, среднемесячная температура июля равна $+5 - +10^\circ\text{C}$. Зима суровая, среднемесячная температура января уменьшается от -10°C , на западных берегах (влияние теплых течений и западных ветров) до -55°C внутри континента. На полюсах холода в Оймяконе и Верхоянске отмечен минимум температуры -71°C . Годовая амплитуда температуры равна 60° . Материковый климат характеризуется небольшим количеством осадков с максимумом в летнее время, общее количество равно 200 мм . Зимой устанавливается устойчивый снежный покров, распространена многолетняя мерзлота, господствуют ландшафты тундр.

Океанический климат в северном полушарии формируется в гренландском и Норвежском морях, в Южном полушарии – вокруг Антарктиды. Среднемесячная температура летом (июль в Северном полушарии, январь – в Южном) равна $+3 - +5^\circ\text{C}$, среднемесячная температура зимой от -25 до -30°C , годовая амплитуда температуры 30° . Весь год развита циклоническая деятельность, количество осадков по сравнению с материковым климатом больше – 400 мм . Характерны туманы из-за большой относительной влажности воздуха (около $80-90\%$).

Климат полярных областей (арктический и антарктический) развит вокруг полюсов и характеризуется холодными массами воздуха в условиях повышенного давления.

Величина суммарной радиации составляет 250 кДж/см^2 в год, радиационный баланс около нуля. Большую часть года радиационный баланс отрицательный. Продолжительность полярного дня и полярной ночи увеличивается от одних суток на линии полярного круга до полугода – на полюсе. В климатическом поясе в Северном полушарии в течение года господствуют арктические ВМ, в Южном полушарии над Антарктидой – антарктические ВМ.

Материковый климат формируется в постоянных барических максимумах – Гренландском в Северном полушарии и Антарктическом в Южном полушарии. Наблюдается полярный тип годового хода температур: один максимум после дня летнего солнцестояния (в Северном полушарии), среднемесячная температура июля равна -8°C , в Южном полушарии в январе температура составляет -30°C . Зимой температуры понижаются до $-50 - -55^\circ\text{C}$. В Антарктиде зафиксирован абсолютный минимум температур $-89,2^\circ\text{C}$. Годовая амплитуда температуры 30°C . На окраинах Антарктиды наблюдаются ветры со скоростью 100 м/с . Осадков мало, общее количество составляет около 100 мм . В Гренландии и Антарктиде часты туманы, относительная влажность около 80% . Здесь развито современное покровное оледенение, мощность ледяного щита в Антарктиде достигает $4 - 4,5 \text{ км}$.

Океанический климат формируется над поверхностью Северного Ледовитого океана, покрытого льдом. Среднемесячная температура июля около нуля, в полдень возможно повышение температур выше нуля. Зимние температуры отрицательные: $-30 - -40^{\circ}\text{C}$. Годовое количество осадков равно 200 мм.

Тема 6. Гидросфера

6.1. Общие представления о гидросфере

Гидросфера – водная оболочка Земли, включающая всю химически связанную воду и удерживаемая у поверхности силой тяжести. В состав гидросферы включаются все природные воды Земли, участвующие в глобальном круговороте веществ, в том числе подземные воды в верхней части земной коры, атмосферная влага и вода живых организмов (В.Н. Михайлов, А.Д. Добровольский, 1991). Верхняя граница гидросферы проводится по поверхности океана, так как пары воды в атмосфере составляют очень небольшую часть гидросферы. Нижняя граница проводится по дну океана, в литосфере – по границе распространения подземных вод, т.е. на глубине несколько сот метров. Химически связанная вода – это вода в минералах, в состав гидросферы она не включается. По мнению В.Н. Михайлова и А.Д. Добровольского границы гидросферы совпадают с границами ГО, так как гидросфера это непрерывная оболочка, образованная при взаимодействии всех геосфер ГО.

Гидросфера занимает 361 млн. км^3 и содержит $1\,454\,000 \text{ тыс. км}^3$ воды. Главная масса воды сосредоточена в океанах – $1370,0 \text{ млн. км}^3$, или $94,2\%$ ($97,2\%$ по другим данным) всей воды гидросферы, из них около 35 тыс. км^3 приходится на айсберги.

Второе место занимают подземные воды – 60 млн. км^3 ($4,12\%$). В зоне активного водообмена циркулирует около 4 млн. км^3 . По мнению ученых, в 10-15 километровой толще литосферы находится около 150 млн. км^3 воды, не участвующей во влагообороте, но представляющей собой резерв жидкой воды.

Третье место по объему воды занимают полярные ледники, в них сосредоточено 24 млн. км^3 воды. В полярных ледниках заключено около 90% запасов пресной воды на Земле.

Поверхностные воды суши сосредотачивают небольшую долю воды планеты. Объем озерной воды оценивается в 279 тыс. км^3 , рек всего в $1,2 \text{ тыс. км}^3$.

Происхождение воды. Когда Земля по достижении примерно современной массы стала разогреваться, в мантии начались плавление и дифференциация вещества на летучие, легкоплавкие и тугоплавкие компоненты. Тугоплавкие компоненты остались в мантии, легкоплавкие в виде базальта образовали земную кору, а летучие, в их числе водяной пар, поднялись на поверхность. По мере охлаждения земной поверхности из водяного пара формировалась водная оболочка – гидросфера. Она появилась, как видно, на

завершающем этапе развития планеты. Примерно 4,5 млрд. лет назад первичная гидросфера тонким слоем покрывала всю Землю и воды ее были минерализованы. В мезокайнозое в связи с образованием материков и крупных океанических впадин гидросфера приобрела очертания близкие к современным. В настоящее время происходит выделение воды из мантии со скоростью 1 км^3 в год (*ювинильная* вода), в связи с этим предполагают увеличение объема водной массы океана на 6-7% в течение ближайшего миллиарда лет. Поступает вода и из межпланетного пространства. А.М. Алпатьев (1969) подсчитал, что за геологическое время на Землю могло выпасть $0,73 \times 10^{20}$ г воды, или слой воды в 15 см. Гидросфера теряет воду вследствие улетучивания водорода в космос, изъятия воды организмами и реакции фотосинтеза.

Вода – одно из самых распространенных на Земле химических соединений. Природные воды образуют океаны, моря, ледники, реки, озера, в виде паров присутствуют в атмосфере, проникают в почву и горные породы. Вода – простейшее и устойчивое соединение водорода с кислородом: 11,19% водорода и 88,81% кислорода (по массе). Вода гидросферы представляет собой природный раствор, в котором кроме воды присутствуют соли, газы и организмы. *Соленость* вод – содержание (в граммах) всех минеральных веществ, растворенных в 1 кг морской воды. Соленость выражается в г/кг, или в тысячных долях – промилле ($S, \text{‰}$). Соленость воды океана равна 35‰ , т.е. 35 г солей в 1 кг воды. По степени минерализации воды подразделяются

-по преобладающему аниону на три класса: гидрокарбонатные, сульфатные, хлоридные;

-по преобладающему катиону каждый класс делится на три группы: кальциевые, магниевые, натрий-калиевые.

Пребывание одновременно в газообразном, жидком и твердом состояниях и абсолютная подвижность определили вездесущность воды, она пронизывает всю ГО и производит в ней разнообразную работу. Вода обладает способностью самоочищения: при прохождении через грунт она фильтруется; испаряется только чистая вода, все примеси остаются на месте. Но этот процесс идет до известного предела, загрязнение воды промышленными отходами нередко переходит процесс самоочищения.

Воды гидросферы участвуют во всех влагооборотах на Земле – большом, малом и внутриматериковом. Большой и малый влагообороты связаны между собой переносом водяного пара с океана на сушу и поверхностным и подземным стоком с суши на океан.

Влагооборот находит количественное выражение в годовом *водном балансе* – соотношении прихода и расхода воды за определенный промежуток времени (год, месяц). На суше объем атмосферных осадков больше, чем объем испаряющейся воды. Разность в $44,2 \text{ тыс. км}^3$ составляют воды, переносимые на сушу в виде водяного пара и возвращающиеся в океан поверхностным и подземным стоком. Над океаном объем испарившейся воды больше, чем объем атмосферных осадков. Компенсируются потери за счет притока поверхностных и подземных вод. Для всего земного шара количество испарившейся воды равно количеству атмосферных осадков за один и тот же промежуток времени.

Океаносфера (В.Н. Степанов, 1983) – это ГО, представленная водами океанов и морей со сложными физико-химическими свойствами вод, своеобразным геолого-геоморфологическим строением, животным и растительным миром.

Мировой океан – пространство Земли, покрытое водами океанов и морей, представляющее собой непрерывную водную оболочку. Название «Мировой океан» было предложено Ю.М. Шокальским. В структуре МО выделяют океаны моря, заливы и проливы.

Океан – часть МО, 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 ученый Г. 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 годов 20 в., после детального изучения арктического бассейна, выделено четыре океана, Южный океан был разделен между Тихим, Атлантическим и Индийским. С 1996 г. в России предложено выделять пятый Южный океан, однако характеристики его пока нет.

Таблица 4

Характеристика океанов (по А.М. Рябчикову)

Океан	Площадь, тыс. км ²	Средняя глубина, м	Максимальная глубина, м
Тихий	178 700	4282	11 022
Атлантический	91 700	3925	9219
Индийский	74 900	3963	7455
Северный Ледовитый	14 750	1225	5527

Океан, занимающий 71% всей площади Земли, уже вследствие своих размеров является главным приемником солнечной энергии. Высокая теплоемкость воды делает его также и главным аккумулятором этой энергии. Температура океана непрерывно повышалась бы, не будь расхода накопленного им тепла излучением в пространство, тратой на испарение и конвекцией воздуха (т.к. нагретые океаном слои воздуха поднимаются вверх, а на их место приходят холодные слои, вновь отнимающие тепло у океана на свое нагревание). Водные массы поэтому при охлаждении отдают воздуху, а при нагревании заимствуют у него весьма значительные количества тепла, - в этом кроется причина мощного воздействия океана на климат и морских течений в частности.

Моря – обособленные части океана, отличающиеся собственным гидрологическим режимом, особенностями физических и химических свойств. Выделяют моря окраинные, внутренние (межматериковые и внутриматериковые), межостровные. Число морей по данным разных авторов

варьирует от 17 до 84. По данным Международного гидрографического бюро и Межправительственной океанографической комиссии – 59. В океанах и морях выделяют отдельные их части: заливы и проливы.

Заливы – части океана или моря, вдающиеся в сушу и слабо обособленные от открытого океана или моря. Залив продолговатой формы с устьем реки в вершине называется губой. Бухта – небольшой залив сильно обособленный от моря мысами и островами.

Проливы – узкие части океана, разделяющие материки или острова и соединяющие два соседних водоема. Например, Берингов пролив соединяет Тихий и Северный Ледовитый океаны, но разъединяет Азию и Америку.

В вертикальном разрезе толща воды МО распадается на большие слои, отличающиеся по температуре, солености, плотности и характеру циркуляции. Вертикальная структура океана сопоставима со стратификацией атмосферы (Л.П. Шубаев, 1977). По аналогии с атмосферой в МО различают поверхностную зону, ограниченную глубиной проникновения вертикальной конвекции – *океаническую тропосферу*. Глубже располагаются холодные относительно однородные воды – *океаническая стратосфера*. В океанической тропосфере выделяют поверхностные до глубины 300-500 м, промежуточные – до глубины 1000-1200 м воды, стратосфера разделяется на глубинные – до 2000-2500 м и придонные воды.

Свободная поверхность океана, совпадающая с поверхностью геоида, называется *уровенной*. На ее отклонения влияют приливы, изменения температуры и давления, колебания речного стока и землетрясения. Колебания уровенной поверхности океана могут быть периодическими и непериодическими. К первым относятся суточные и сезонные: суточные колебания обусловлены приливами и отливами, сезонные – возникают в результате годовых колебаний речного стока или воздействия муссонов. Непериодические колебания уровенной поверхности могут быть связаны с нагонами при землетрясениях или штормах. Уровенная поверхность имеет выступы в районе Новой Гвинеи до 80 м и провалы у Индостана до 112 м и у Бермудских островов до 64 м. В России за нулевой уровень принят средний уровень Балтийского моря у Кронштадта (от него измеряются абсолютные высоты на территории России).

6.2. Физические и химические свойства вод Мирового океана

Температурный режим вод МО. Температурный режим вод МО определяется тепловым балансом. Океан получает теплоту за счет 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 температуре глубоководных слоев сказывается теплота Земли (об этом свидетельствуют высокие до 260 °С температуры во впадинах Красного моря – вода здесь горячий рассол с соленостью 270‰). Теряется теплота за счет эффективного излучения водной поверхности, испарения воды,

таяния льда, турбулентного обмена с атмосферой, нагрева холодной воды рек и течений. Определяющее значение в тепловом балансе имеет приход солнечной радиации и расход тепла на испарение.

Средняя годовая температура МО составляет $17,4^{\circ}\text{C}$, наибольшая средняя годовая температура воды отмечена для Тихого океана ($19,1^{\circ}\text{C}$), наименьшая – для Северного Ледовитого океана ($0,75^{\circ}\text{C}$). Распределение теплоты в толще океанской воды происходит благодаря конвекции и перемешиванию в результате волнения и течений. Температура воды с глубиной понижается. На некоторой глубине в толще воды наблюдается резкое понижение температуры, здесь выделяется слой температурного скачка – *термоклин*. По изменению температуры воды с глубиной выделяется несколько типов распределения температур.

В *экваториальном типе* температура воды быстро уменьшается от $26,65^{\circ}\text{C}$ на поверхности до $10,74^{\circ}\text{C}$ на глубине 300 м. Термоклин наблюдается на глубине 200-300 м. Далее до глубины 1000 м температура воды уменьшается медленно, а глубже остается практически постоянной.

В *тропическом типе* температура воды резко падает от $26,06^{\circ}\text{C}$ до $13,60^{\circ}\text{C}$ на глубине 300 м, далее температура воды изменяется более плавно.

В *субтропическом типе* температура воды уменьшается от $20,3^{\circ}\text{C}$ на поверхности до $13,1^{\circ}\text{C}$ на глубине 300 м. В субполярном типе температура уменьшается от $8,22^{\circ}\text{C}$ на поверхности до $5,20^{\circ}\text{C}$ на глубине 150 м. Полярный тип характеризуется уменьшением температуры воды до глубины 100 м, затем температура начинает повышаться до $1,8^{\circ}\text{C}$ на глубине 400 м. За счет притока теплых атлантических вод. На глубине 1000 м температура воды равна $1,55^{\circ}\text{C}$. В слое от поверхности до глубины 1000 м наблюдается зональное изменение температуры и солености воды, глубже характеристики воды остаются практически постоянными.

Физико-химические свойства вод МО. Еще в начале 19 в. было замечено, что количество растворенных в водах океана солей может сильно различаться, но солевой состав, соотношение различных солей вод МО одинаковы. Эта закономерность формулируется как 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 г натрия, 1,30 г магния, 0,41 г кальция. Количественное соотношение между главными солями в воде МО остается постоянным. Общая соленость определяется по количеству хлора в воде (формулу получил М. Кнудсен в 1902 г.):

$$S = 0,030 + 1,805 \text{ Cl}$$

Воды океанов и морей относятся к хлоридному классу и натриевой группе, этим они резко отличаются от речных вод. Всего восемь ионов дают более 99,9% общей массы солей в морской воде. На оставшиеся 0,1% приходятся все остальные элементы таблицы Д.И. Менделеева.

Распределение солености в водных массах зонально и зависит от соотношения осадков, притока речных вод и испарения. Кроме того, на

соленость воды оказывает влияние циркуляция вод, деятельность организмов и другие причины. На экваторе отмечается пониженная соленость воды ($34-33^0/_{00}$), обусловленная резким увеличением атмосферных осадков, стоком полноводных экваториальных рек и немного пониженным испарением из-за высокой влажности. В тропических широтах наблюдается самая высокая соленость вод (до $36,5^0/_{00}$), связанная с высоким испарением и небольшим количеством осадков в барических максимумах давления. В умеренных и полярных широтах соленость вод понижена ($33-33,5^0/_{00}$), что объясняется увеличением количества осадков, стоком речных вод и таянием морских льдов.

Широтное распределение солености нарушают течения, реки и льды. Теплые течения в океанах переносят более соленые воды в направлении высоких широт, холодные течения переносят менее соленые воды к низким широтам. Реки опресняют приустьевые районы океанов и морей. Очень велико влияние рек Амазонки (опресняющее влияние Амазонки ощущается на расстоянии 1000 км от устья), Конго, Нигера и др. Льды оказывают сезонное влияние на соленость вод: зимой при образовании льда соленость воды возрастает, летом при таянии льда – уменьшается.

Соленость глубинных вод МО однообразна и в целом составляет $34,7-35,0^0/_{00}$. Соленость придонных вод более разнообразна и зависит от вулканической деятельности на дне океана, выходов гидротермальных вод, разложения организмов. Характер изменения солености вод океана с глубиной различен на разных широтах. Выделяют пять основных типов изменения солености с глубиной.

В *экваториальных широтах* соленость с глубиной постепенно возрастает и достигает максимального значения на глубине 100 м. На этой глубине к экватору подходят более соленые и плотные воды их тропических широт океанов. До глубины 1000 м соленость очень медленно повышается до $34,62^0/_{00}$, глубже соленость практически не меняется.

В *тропических широтах* соленость немного увеличивается до глубины 100 м, затем плавно уменьшается до глубины 800 м. На этой глубине в тропических широтах наблюдается самая низкая соленость ($34,58^0/_{00}$). Очевидно, здесь распространяются менее соленые, но более холодные воды высоких широт. С глубины 800 м она немного увеличивается.

В *субтропических широтах* соленость быстро уменьшается до глубины 1000 м ($34,48^0/_{00}$), затем становится почти постоянной. На глубине 3000 м она составляет $34,71^0/_{00}$.

В *субполярных широтах* соленость с глубиной медленно увеличивается с $33,94$ до $34,71^0/_{00}$, в *полярных широтах* соленость с глубиной возрастает более существенно – с $33,48$ до $34,70^0/_{00}$.

Соленость морей сильно отличается от солености МО. Соленость воды Балтийского ($10-12^0/_{00}$), Черного ($16-18^0/_{00}$), Азовского ($10-12^0/_{00}$), Белого ($24-30^0/_{00}$) морей обусловлена опресняющим влиянием речных вод и атмосферных осадков. Соленость воды в Красном море ($40-42^0/_{00}$) объясняется малым количеством осадков и большим испарением.

Средняя соленость вод Атлантического океана – $35,4$; Тихого – $34,9$;

Индийского – 34,8; Северного Ледовитого океана – 29-32⁰/₀₀.

Плотность – отношение массы вещества к его объему (кг/м³). Плотность воды зависит от содержания солей, температуры и глубины, на которой находится вода. При увеличении солености воды плотность возрастает. Плотность воды увеличивается при понижении температуры, при увеличении испарения (так как увеличивается соленость воды), при образовании льда. С глубиной плотность растет, хотя и очень незначительно из-за малого коэффициента сжимаемости воды.

Плотность воды изменяется зонально от экватора к полюсам. На экваторе плотность воды небольшая – 1022-1023, что обусловлено пониженной соленостью и высокими значениями температуры воды. К тропическим широтам плотность воды возрастает до 1024-1025 из-за увеличения солености воды вследствие повышенного испарения. В умеренных широтах плотность воды средняя, в полярных – увеличивается до 1026-1027 из-за понижения температуры.

Способность воды растворять газы зависит от температуры, солености и гидростатического давления. Чем выше температура и соленость воды, тем меньше газов может в ней раствориться.

В воде океанов растворены различные газы: кислород, углекислый газ, аммиак, сероводород и др. Газы попадают в воду из атмосферы, за счет речного стока, биологических процессов, подводных вулканических извержений. Наибольшее значение для жизни в океане имеет кислород. Он участвует в планетарном газообмене между океаном и атмосферой. В активном слое океана ежегодно образуется 5 x 10¹⁰ т кислорода. Поступает кислород из атмосферы и выделяется при фотосинтезе водных растений, расходуется на дыхание и окисление.

Углекислый газ находится в воде в основном в связанном состоянии, в виде углекислых соединений. Он выделяется при дыхании организмов, при разложении органического вещества, расходуется на строительство скелета кораллами.

Азот всегда есть в воде 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. В Черном море отмечено сероводородное загрязнение, содержание его достигло 6,5 см³/л, организмы в такой среде не живут.

Прозрачность воды зависит от рассеяния и поглощения солнечной радиации, от 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 (до 1 м на мелководье). Наименьшая прозрачность наблюдается в океане в период активного размножения планктона. От прозрачности воды зависит глубина проникновения солнечных лучей в толщу океана и, следовательно, распространение фотосинтезирующих растений. Организмы, способные усваивать солнечную энергию, живут на глубине до 100 м.

Толща чистой воды имеет голубой или синий цвет, большое количество планктона приводит к появлению зеленоватого оттенка, вблизи рек вода может быть коричневой.

6.3. Циркуляция воды в Мировом океане

Вся масса океанических вод непрерывно движется, благодаря чему происходит постоянное перемешивание, обеспечивающее проникновение кислорода на глубину и вынос питательных веществ на поверхность. По площади и глубине распространения и характеру движения воды движение вод в океане делят на течение, волнение и одиночные волны.

Одной из самых важных форм движения в океане являются *морские течения* – более или менее правильные перемещения водных масс в горизонтальном направлении: течения захватывают сравнительно неглубокий слой воды, имеют по сравнению с длиной небольшую ширину и отчасти напоминают реки, которые текут в «берегах» из воды. Океанические течения вызываются действием ветра, силы тяжести, приливообразующих сил. На их направление и скорость оказывают влияние сила Кориолиса и внутреннее трение воды. Трение вызывает завихрения на границах слоев с разной плотностью, сила Кориолиса приводит к отклонению водных потоков от направления ветра вправо в СП и влево – в ЮП. По мнению Л.П. Шубаева (1977), перемещение водных и воздушных масс определяется общей закономерностью: неравномерным нагреванием и охлаждением поверхности Земли. От этого в одних районах возникают восходящие токи и убыль массы, в других – нисходящие токи и увеличение массы. Перенос масс – это движение водных масс, т.е. приспособление их к полю силы тяжести, стремление к равномерному распределению.

По глубине распространения течения подразделяют на поверхностные, подповерхностные, глубинные и придонные (только поверхностные изучены достаточно хорошо).

По происхождению *поверхностные* делятся на фрикционные (ветровые, дрейфовые), градиентные (сточные, компенсационные, плотностные) и приливно-отливные. *Фрикционные* течения, вызванные временными ветрами, называют ветровыми, в отличие от дрейфовых, которые образуются под действием постоянных ветров. Сточные течения возникают в случае поднятия уровня воды, вызванного ее притоком, обилием атмосферных осадков. Компенсационные образуются при опускании уровня воды, обусловленном испарением или оттоком воды. Плотностные течения возникают из-за различий в плотности воды.

По соотношению температуры течения и окружающей воды течения делятся на теплые, холодные и нейтральные. *Теплым* называется такое течение, температура которого выше, чем температура окружающей воды. *Холодные* течения характеризуются более низкой температурой, чем температура окружающей воды. *Нейтральные* течения образуются при равных температурах течения и окружающей воды. При этом температура воды не

играет роли в образовании течений. Например, температура холодного Перуанского течения равна 22°C , но она на 6°C ниже температуры поверхностных вод в этом районе ($15-18^{\circ}$ ю.ш.).

По продолжительности (устойчивости) течения разделяются на постоянные, периодические и временные. *Постоянные* течения сохраняют направление и среднюю скорость, они возникают в результате воздействия постоянных ветров или сточно-компенсационных процессов. *Периодические* течения формируются под воздействием муссонов, направление и скорость их меняются. *Временные* течения вызываются временными, непериодическими ветрами, направление и скорость таких течений изменчивы.

Схема течений МО отражает, прежде всего, распределение господствующих ветров. Крупных циркуляционных систем десять: пять тропических – Североатлантическая (Азорская), Северотихоокеанская (Гавайская), Южноатлантическая, Южнотихоокеанская и Южноиндийская; экваториальная; две умеренных северного полушария – Атлантическая (Исландская), Тихоокеанская (Алеутская); Индийская муссонная; Антарктическая и Арктическая. Как видно, главные циркуляционные системы совпадают с центрами действия атмосферы. Эта общность генетическая, а не причинно-следственная.

Скорости и направления течений описывают законы Экмана (1905 г.). В *первом законе* формулируется причина возникновения течений: течение вызывается тангенциальным трением ветра о воду. Во *втором законе* говорится о скорости течений: скорость дрейфового течения увеличивается при увеличении скорости ветра и уменьшается с увеличением широты. *Третий закон* формулируется так: направление поверхностного течения не совпадает с направлением ветра. Течение отклоняется от направления ветра вправо в СП, влево – в ЮП. Отклонение составляет 45° . В *четвертом законе* рассматривается влияние силы трения: вследствие трения движение воды, вызванное ветром, передается расположенным ниже слоям. Скорость течения при этом уменьшается, а направление его на некоторой глубине меняется на противоположное, что практически означает его прекращение. Многочисленные измерения показали, что течения оканчиваются на глубинах 200-300 м (слой Экмана).

Тропические антициклонические системы океанских течений самые крупные. Они простираются от одного берега океана до другого на 6-7 тыс. км в Атлантическом океане и 14-15 тыс. км в Тихом, а по меридиану от экватора до 40° широты, на 4-5 тыс. км. Течения устойчивые и мощные, особенно в СП, в основном замкнутые. Как и в тропических атмосферных антициклонах, движение воды идет по часовой стрелке в СП и против ее хода в ЮП. От восточных берегов океанов (западных берегов материков) поверхностная вода сносится к экватору, на ее место из глубины поднимается (дивергенция) и компенсационно поступает из умеренных широт холодная. Так образуются холодные течения *Канарское, Калифорнийское, Перуанское, Бенгельское и Западноавстралийское*. Скорость течений небольшая, около 10 см/с.

Струи компенсационных течений вливаются в *Северное и Южное*

Пассатные или *Экваториальные теплые течения*. Скорость их большая: 25-50 см/с, на тропической периферии и до 150-200 см/с.

Подходя к берегам материков, пассатные течения, естественно отклоняются, образуя сточные течения: *Бразильское*, *Гвианское* и *Антильское*, *Восточноавстралийское* и *Мадагаскарское*. Скорость течений 75-100 см/с.

Гвианское и *Антильское* течения омывают Антильские острова и большая часть воды заходит в Мексиканский залив, из которого начинается стоковое течение *Гольфстрим*. Начальный его участок во Флоридском проливе называется *Флоридским течением*, глубина которого аномальна – 700 м, ширина 75 км, мощность 25 млн. м³/сут, что в 20 раз больше расхода всех рек Земли.

Экваториальная система представлена *Экваториальным противотечением*, которое образуется как компенсационное между *Пассатными*. Теоретически доказано, что поворот струй в открытом океане происходит в результате бокового трения и отсутствия ветра (затишье).

Циклонические системы умеренных широт различны в СП и ЮП и зависят от расположения материков.

Северные циклонические системы – Исландская и Алеутская – весьма обширны: с запада на восток они протягиваются на 5-6 тыс. км и с севера на юг около 2 тыс. км. Система циркуляции в Северной Атлантике начинается теплым *Североатлантическим течением*, за ним нередко сохраняется название начального участка Гольфстрима, однако собственно Гольфстрим («течение залива») продолжается не далее Ньюфаундлендской банки. Начиная от 40° с.ш. водные массы вовлекаются в циркуляцию умеренных широт и под действием западного переноса и силы Кориолиса от берегов Америки направляются к Европе. Благодаря активному водообмену с Северным Ледовитым океаном Североатлантическое течение проникает в полярные широты, где циклоническая деятельность формирует несколько круговоротов – течений *Ирменгера*, *Норвежское*, *Шпицбергенское*, *Нордкапское*.

Таким образом, Гольфстримом, в узком смысле, называется стоковое течение от Мексиканского залива до 40° с.ш., в широком – система течений в Северной Атлантике и в западной части Северного Ледовитого океана.

Второй круговорот находится у северо-восточных берегов Америки и включает течения *Восточногренландское* и *Лабрадорское*. Они выносят основную массу арктических вод и льдов.

Циркуляция северной части Тихого океана аналогична Североатлантической, но отличается от нее меньшим водообменом с Северным Ледовитым океаном. Стоковое течение *Курисио* переходит в *Северотихоокеанское*, идущее к Северо-Западной Америке, обычно на всем протяжении оно называется Курисио, в Ледовитый океан попадает относительно небольшая масса воды. Холодные течения *Алеутское*, *Камчатское* и *Ойясио* образуются из холодных вод Тихого океана вне связи с Ледовитым.

Циркумполярная антарктическая система представлена одним течением *Западных ветров*. Это самое мощное течение в МО. Оно охватывает Землю

сплошным кольцом в поясе от 35-40 до 50-60⁰ ю.ш. Ширина его около 2000 км, мощность 185-215 км³/с, скорость 25-39 см/с. Как и другие, циркумполярное течение Западных ветров незамкнутое: от него отходят ветви, вливающиеся в Перуанское, Бенгельское и Западноавстралийское течения.

Арктическая система в циркуляции вод МО генетически соответствует Арктическому барическому максимуму и ложбине Исландского минимума и представлена главным течением Ледовитого океана – *Западным арктическим*. Оно переносит воды и льды с востока на запад по всему Ледовитому океану к проливу Нансена между Шпицбергенем и Гренландией. Далее оно продолжается *Восточногренландским* и *Лабрадорским*.

Циркуляция вод МО дисимметрична относительно экватора. Течения, идущие с юга на север, мощные и простираются на большие расстояния: СП: Северное Пассатное – Гвианское – Гольфстрим – Североатлантическое от экватора до Шпицбергена; Северное Пассатное в Тихом океане – Курошио – Северотихоокеанское от экватора до Берингова пролива; ЮП: Перуанское и Бенгельское от Южного океана до экватора. Течения, направленные с севера на юг, угнетенные, идут на небольшие расстояния (не более 30⁰ широты): Бразильское, Игольного мыса. Западноавстралийское, Лабрадорское и Камчатское.

Причина дисимметрии, вероятно, заключается в том, что к северу от экватора господствует меридиональный перенос, а в ЮП – зональный, а также положением и формой материков.

Значение морских течений:

-транспортная роль по отношению к тонкозернистым осадкам и к тонкой мути, взвешенной в морской воде;

-перенос планктона – мельчайших организмов, не имеющих плавательных приспособлений и пассивно увлекаемых движением воды;

-влияние на климат: около половины переноса тепла из низких широт в высокие осуществляется морскими течениями, а остальная половина путем обмена воздушными массами; морские течения создают термические аномалии (западное побережье Калифорнии, Южной Америки, Африки и Австралии, омываемые холодными течениями, холоднее, чем внутренние части материков и, наоборот, климат на побережьях, омываемых теплыми течениями, теплее и мягче, чем внутри материка).

Волнение - колебательное движение воды, оно охватывает только поверхностные водные массы – частный случай ритмических колебательных движений в природе. Волнение образуется в результате нарушения равновесия ровной поверхности и стремления силы тяжести восстановить его. Волны, существующие под непосредственным воздействием этих сил, называются вынужденными, волны, продолжающиеся после исчезновения силы, – свободными (инерционными).

В поперечном разрезе волны выделяются: *гребень* – наивысшая точка волнового профиля, *подошва* – низшая точка волнового профиля, *высота волны* – расстояние от подошвы до гребня, *длина волны* – расстояние между двумя гребнями или подошвами, *крутизна волны* – отношение высоты волны к

половине ее длины, *скорость волны* – расстояние, пробегаемое гребнем в единицу времени, *период* – промежуток времени между прохождением двух гребней волны.

Волнение возникает при воздействии ветра на поверхность воды. При малых скоростях ветра (около 5 м/с) образуются *волны ряби*. При усилении ветра устанавливается волнение. Волны образуют параллельные ряды, т.е. являются двухмерными, они имеют только длину и высоту. Когда скорости ветра и движения волны выравниваются, волны перестают расти в высоту, достигая своего максимального значения. Такое волнение называется *установившимся*. При затухании ветра образуются *волны зыби* – длинные пологие волны длиной сотни метров, высотой несколько метров. Высота ветровых волн в среднем 4-5 м, длина 150-200 м.

Наибольшие ветровые волны образуются в ЮП, у берегов Антарктиды, где дуют постоянные западные ветры (30-35 м в высоту и 400 м в длину). В СП наибольшие ветровые волны возникают на 40-45° с.ш. в Тихом и Атлантическом океане (34 м высотой и 800 м длиной). Высокие ветровые волны могут возникать в аравийском море и Бенгальском заливе.

Одиночные волны распространены во всей массе воды и образуются в результате изменения давления (барические волны), действия приливных сил (приливные волны) и землетрясений (цунами).

Цунами возникают при силе подземного толчка больше 6 баллов и расположения гипоцентра на глубине до 40 км. В открытом океане цунами незаметны, они имеют длину 200-300 км (до 1000 км) и высоту 1-2 м, скорость 400-800 км/ч. При подходе к берегу высота волны резко увеличивается (максимальная 85 м). За последнее тысячелетие ученые зарегистрировали около 1000 катастрофических цунами, причем большая их часть приходится на северо-запад Тихого океана.

Приливообразующие силы вызывают изменение уровня поверхности океанов. Колебания уровней называются *приливами* (уровень повышается и достигает наивысшего положения, называемого *полной водой*) и *отливами* (уровень понижается до низшего, называемого *малой водой*).

Теоретически полный цикл (два прилива и два отлива) должен завершаться за 24 ч 50', а каждый прилив и отлив по 6 ч 12'30". Действительная картина осложняется многими причинами:

1. Приливы образуются не только под действием притяжения Луны. Но также и Солнца. Приливообразующая сила Солнца в связи с его удаленностью меньше лунной (0,46 ее величины).
2. В течение 27 1/3 суток Луна делает полный оборот вокруг Земли. За это время ее склонение дважды меняется от 23° северного до 23° южного, что вызывает суточное неравенство приливов по высоте и продолжительности.
3. Расстояние от Земли до Солнца в течение года различно, а так как приливообразующая сила зависит от третьей степени расстояния до светила, то апогейные лунные приливы на 40%, а солнечные на 10% больше, чем перигейные.
4. Сложность еще больше увеличивается от разнообразного влияния на

приливную волну расположения материков и их береговой линии.

5. Благодаря вязкости воды, трению ее о дно, и одного слоя о другой, наступление прилива несколько запаздывает по отношению ко времени прохождения Луны через меридиан данного места. Величина этого запаздывания называется лунным промежутком, который представляет собой отрезок времени между прохождением Луны через меридиан данного места и ближайшей полной водой.

Благодаря сочетанию всех названных причин продолжительность приливов в разных местах океана довольно различна. Принято различать приливы *полусуточные* (почти соответствуют теоретическим: за 24 ч 50 мин наступает две полные и две малые воды), *суточные* (одна полная и одна малая вода) и *смешанные* (изменение приливов в течение месяца от полусуточных до суточных).

Самый большой на Земле прилив (до 18 м) бывает в бухте Ноэль в заливе Фанди у Новой Шотландии. У берегов России самый высокий прилив (до 12 м) образуется на севере Охотского моря, в Пенжинской губе. Приливы больше 5 м наблюдаются только в узких заливах и проливах, а у сравнительно прямых – около 2-3 м. Во внутренних морях приливы очень незначительны: в Черном море – 13 см, Балтийском – 4,8 см, Средиземном – до 1 м (около Венеции).

Общепланетарное значение океанских приливов заключается в создании приливного трения. Приливы участвуют в перемешивании воды, в формировании берегов, в создании особых экологических условий в прибрежной полосе моря, приливную энергию используют при строительстве ПЭС.

6.4. Океан - среда жизни и источник природных ресурсов

МО – самый большой биоцикл, или жизненная область нашей планеты. Два других биоцикла – суша и внутренние водоемы – значительно меньше. Жизненная среда океана непрерывна, не имеет границ, препятствующих расселению организмов. В настоящее время в океане насчитывается около 160 000 видов животных и 10 000 видов растений (Г.В. Войткевич, В.А. Вронский). В океане наиболее распространены моллюски, ракообразные, простейшие. Из позвоночных животных в океане обитают рыбы (16 000 видов), черепахи, змеи, млекопитающие (китообразные, ластоногие). Среди растений преобладают водоросли (более 5000 видов зеленых водорослей, около 5000 видов диатомовых; красных, бурых, сине-зеленых немного меньше).

Биоцикл океана и моря распадается на два основных биохора (пространства, занятые группами сходных биотопов): донную поверхность или *бентальную область*, куда относятся все организмы обитающие на дне и толщу воды или *пелагиальную область* открытого моря – пелагиаль. Соответственно этому морские биоценозы делятся на бенталь и пелагиаль. Бентальные организмы (бактерии, водоросли, животные медленно передвигающиеся по дну) – бентос всю жизнь или большую ее часть проводят на дне, пелагические животные обитают только в воде. Разнообразие органической жизни в океане

делится на четыре группы: планктон, нектон, бентос, плейстон. *Планктон* (парящий) представляет группу главным образом микроскопических организмов, которые парят в водной толще и не могут передвигаться против течений. Среди них есть пассивно плавающие животные и растения – *зоопланктон* и *фитопланктон* (мельчайшие растительные (преимущественно водоросли) и животные организмы (одноклеточные, рачки, черви, медузы), либо невидимые, либо размером в ничтожные доли миллиметра, исключение составляют медузы до 1-2 м в поперечнике). *Нектон* (плавающий) образует группа активно плавающих в воде рыб, млекопитающих, моллюсков, способных перемещаться на огромные расстояния. *Бентос* (глубинный) состоит из организмов, обитающих на дне. Донные организмы могут быть прикрепленными, сидячими (кораллы, водоросли, губки), роющими (моллюски), ползающими (ракообразные) или свободно плавающими у самого дна (камбала, скаты). *Плейстон* – совокупность организмов, живущих у поверхностной пленки воды.

В МО отмечается вертикальная зональность распределения живых существ. В водной толще океана выделяют неритическую (до 200 м), батинальную (от 200 до 3000 м), абиссальную (глубже 3000 м) зоны. Неритическая зона богата планктоном и бентосом. В поверхностных водах до глубины 50 м обитает фитопланктон, до глубины 500 м существует до 65% зоопланктона. Остальное количество зоопланктона живет на глубинах от 500 до 4000 м. Аналогичное распределение характерно для нектона.

В зависимости от освещения и бентальная и пелагическая области распадаются на две ступени: верхнюю освещенную (эвфотическую) до глубины не более 200 м и нижнюю, лишенную света – афотическую. По этому признаку бентос делится на: освещенный литоральный или прибрежный и абиссальный, свойственный глубоководному морскому дну, лишенному света.

Пелагиаль распадается на неритическую – прибрежную, лежащую над литоралью, и океаническую.

Литораль образуется на контакте основных оболочек – гидро-, лито- и атмосферы, естественно, что ей свойственно наибольшее разнообразие экологических условий. В бентальной части прибрежной полосы выделяются (сверху вниз): супралитораль, расположенная на скалах, выше уровня полной воды приливов; собственно литораль – часть берега, осушающаяся при отливе; сублитораль – морское дно в пределах шельфа.

Область открытого океана и моря – пелагиаль охватывает все океанические и морские просторы вдали от берегов, за границами шельфа, т.е. над материковым склоном и ложе океана. В вертикальном направлении она неоднородна. Верхний эвфотический слой не более 200 м – собственно пелагиаль; средний до глубины 1000 м сумеречный (дисфотический) – батипелагиаль; нижний, простирающийся до дна, совсем не получает света (афотический) – абиссаль.

Для океана характерна циркумконтинентальная зональность: наиболее богаты прибрежные воды шельфа, в открытом океане число организмов резко сокращается.

Прибрежная фауна и флора МО исключительно богаты организмами. Здесь очень разнообразны физико-географические условия – изменчива соленость, характерны волнения, приливы, течения, различен характер грунта. Здесь распространено огромное количество видов бентоса: одни из них неподвижные (губки, кораллы, мшанки), другие подвижные (ежи, морские звезды, моллюски). Обитатели скального субстрата прочно прикрепляются к его поверхности, например водоросли. На песчаном и илистом грунте обитают крабы, улитки, моллюски и черви. Для прибрежной зоны тропических морей характерны коралловые рифы.

В открытом океане экологическая обстановка более однообразна, чем в прибрежной зоне. Здесь господствуют организмы, проводящие всю жизнь на плаву. Пищи в открытом океане мало, поэтому организмы должны совершать длительные путешествия. Очень разнообразна группа активно плавающих рыб, китообразных, тюленей, кальмаров и т.д. Многие виды морских организмов способны вырабатывать электрическую энергию, в океане найдено около 250 видов таких рыб (электрические угри способны вырабатывать ток напряжением 600 В).

Океан располагает энергетическими, биологическими и минеральными ресурсами. Основную часть мирового улова (55%) дает Тихий океан: больше половины вылавливается в северной части, треть – в южной и меньшая доля – в тропической. В Атлантическом океане добывается 41% всех морских продуктов и тоже более половины (68%) в северной его части. На Индийский океан приходится только 5% мирового улова. Основные морские промыслы располагаются в пределах шельфа; 5% акватории МО дают около 90% мировой добычи биологической массы.

6.5. Воды суши: реки, озера, подземные воды

Вода попадает на сушу в результате испарения с поверхности МО и переноса в атмосфере, т.е. в процессе мирового влагооборота. Атмосферные осадки после выпадения на поверхность суши делятся на четыре неравные и изменчивые части: одна испаряется, другая в виде ручьев и рек стекает обратно в океан, третья просачивается в почву и грунт, четвертая превращается в горные или материковые ледники. В соответствии с этим на суше имеется четыре типа скопления воды: реки, озера, подземные воды, ледники. Кроме того, вода в больших количествах находится в почвах и болотах.

Река – естественный водный поток, длительное время протекающий в сформированном им ложе – *русле*. Объем воды, заключенный в реках, составляет 1200 км³, или 0,0001% от общего объема воды. Приуроченность рек к одной линии относительна: в процессе своей деятельности каждая река под действием силы Кориолиса смещается вправо (в северном полушарии). Река имеет исток и устье. *Исток* реки – место, где река приобретает определенные очертания и наблюдается течение. Река может начинаться от слияния ручьев, питающих их источников, вытекать из болота, озера, ледника в горах. *Исток* и начало реки – неодинаковые понятия. Река может начинаться от слияния двух

рек (например, реки Бия и Катунь при слиянии образуют реку Обь) или вытекать из озера (Ангара). В этом случае истока у реки нет. *Устье* - место впадения реки в приемный бассейн: море, озеро или другую, более крупную, реку.

Река со своими притоками составляет *речную систему*, состоящую из главной реки и притоков различного порядка (реки, впадающие в главную, называются притоками первого порядка, их притоки – притоками второго порядка и т.д.). Площадь суши, с которой река собирает воду, называют *бассейном* реки. Бассейн главной реки включает бассейны всех ее притоков и охватывает площадь суши, занятую речной системой.

Линия, разделяющая соседние речные бассейны, называется *водоразделом*. Хорошо выражены водоразделы в горах, где они проходят по гребням хребтов, на равнинах водоразделы находятся на плоских междуречьях (плакорах). Главный водораздел Земли отделяет две покатости на поверхности планеты – сток рек, впадающих в Тихоокеанско-Индийский бассейн (47%), от стока рек, впадающих в Атлантический и Северный Ледовитый океаны (53%).

Каждая река характеризуется длиной, шириной, глубиной, площадью бассейна, падением (превышение истока над устьем, в см) и уклонами (отношение падения реки к длине реки, в см/км), скоростями течения, расходами воды (количество воды, проходящее по руслу в единицу времени, в м³/с), твердым стоком (наносами) и химическим расходом. По характеру течения реки бывают равнинными и горными. Равнинные реки имеют широкие долины, небольшое падение, малые уклоны и медленное течение. Из крупнейших рек России наименьший уклон имеет река Обь (4 см/км), немного больше у Волги (7 см/км). Самый большой уклон у Енисея (37 см/км). Горные реки отличаются узкими долинами и бурным течением, т.к. имеют большой уклон. Например, уклон Терека 500 см/км.

В русле реки встречаются глубокие и мелкие участки. Мелководные участки называют *перекатами*, на них скорость течения увеличивается, наиболее глубокие участки русла между двумя перекатами называются *песами*, на этих участках скорость течения медленнее. *Фарватер* – линия, соединяющая наиболее глубокие места вдоль русла. В некоторых местах русла на поверхность могут выходить трудно эродируемые кристаллические породы (граниты, кристаллические сланцы), в таких местах на реке образуются быстрины, пороги, водопады, каскады и скорость течения реки резко увеличивается. Самый высокий водопад на Земле Анхель (1054 м) в Южной Америке на реке Чурун. В России – Илья Муромец – на Камчатке, Кивач – в Карелии. Самые мощные водопады – Виктория на реке Замбези в Африке и Ниагарский на реке Ниагара в Северной Америке.

Питанием рек называется поступление воды в их русла; ее приносят поверхностный и подземный стоки. В питании рек принимают участие дождевые, талые снеговые, ледниковые и подземные воды. Роль того или иного источника питания, их сочетание и распределение во времени зависят, главным образом, от климатических условий. В зависимости от преобладающего источника питания находится внутригодовое распределение стока – режим

реки. *Годовой сток* – количество воды, которое река выносит за год. В зависимости от питания количество воды в реке меняется в течение всего года. Эти изменения проявляются в колебаниях уровня воды в реке, получившие названия половодье, паводок и межень.

Половодье – ежегодно повторяющееся в один и тот же сезон относительно длительное и значительное увеличение количества воды в реке.

Паводок – относительно кратковременные и непериодические подъемы уровня воды в реке, вызываемые поступлением в реку дождевых (талых) вод.

Межень – наиболее низкое стояние воды в реке при преобладании подземного питания.

Первая классификация рек по условиям питания предложена в 1884 году известным русским климатологом А.И. Воейковым, который рассматривал реку как «продукт климата», им выделено три типа рек:

1) питающиеся исключительно талыми водами снегов и льдов (реки пустынь, окаймленных горами со снежными вершинами – Амударья, Сырдарья, и реки полярных стран);

2) питающиеся только дождевыми водами (реки с зимним разливом – реки Европы и Средиземноморского побережья, реки тропических стран и муссонных областей с летним разливом – Инд, Ганг, Нил, Амур, Амазонка, Конго, Янцзы);

3) смешанного питания (реки Восточно-Европейской равнины, Западной Сибири, Северной Америки).

Кроме приведенной классификации существуют и другие классификации рек, учитывающие как климат, так и другие факторы, например сток и режим.

Наиболее полная классификация разработана М.И. Львовичем. Реки классифицируют в зависимости от источника питания и от характера распределения стока в течение года. Каждый из четырех источников питания (дождевое, снеговое, ледниковое, подземное) при определенных условиях может оказаться почти единственным, составляя более 80%, преимущественным – от 50 до 80% и преобладающим на 50% - это смешанное питание.

Сток бывает весенним, летним, осенним и зимним. Сочетание различных комбинаций источников питания и вариантов стока дает возможность выделить типы водного режима рек. В основе типов лежит зональность: полярный тип, субарктический, умеренный, субтропический, тропический, экваториальный.

В качестве примера рассмотрим реки России и СНГ, которые относятся к рекам субарктического, умеренного и субтропического типов водного режима рек.

1) Реки субарктического типа имеют короткий режим питания за счет талых вод и снега, подземное питание очень незначительно. Многие, даже значительные реки промерзают почти до дна. Половодье – летом, причины – поздняя весна и летние дожди. Это реки Восточной Сибири (Яна, Индигирка, Колыма).

2) Реки умеренного типа делятся на четыре подтипа:

а) с преобладанием весеннего таяния снежного покрова – умеренный

континентальный (реки центра европейской части России: Волга, Дон). В режиме рек с умеренным климатом выделяются четыре хорошо выраженные фазы, или гидрологические сезоны, - весеннее половодье, летняя межень, осенний паводок и зимняя межень;

б) с преобладанием таяния снега и дождей весной (сибирские реки в верховьях: Лена, Обь, Енисей);

в) дождевое питание зимой (в России нет) – умеренный морской или западноевропейский;

г) преобладание дождевого питания летом – муссонные дожди (умеренный муссонный) – Амур, реки Дальнего Востока.

3) Реки субтропического типа питаются зимой дождевыми водами (реки Крыма) или летом в результате таяния снегов в горах – Сырдарья, Амударья.

Густота, или плотность, речной сети (выражается отношением длины водотоков на территории к площади последней) определяется количеством атмосферных осадков, а также рельефом территории. Больше всего рек во влажных тропических и муссонных областях. Количество воды, которое несут реки в среднем за год, называется *водоносностью* ($\text{м}^3/\text{с}$). Самая большая по водоносности река мира – Амазонка (среднегодовой расход составляет $7000 \text{ км}^3/\text{год}$). Размеры реки зависят от площади материков, по которым они протекают, и от расположения водоразделов. Самая большая по длине река Амазонка с притоком Укаяли – 7194 м, ей уступает Нил с притоком Кагера – 6671 м, затем Миссисипи с притоком Миссури – 6019 м.

Гидрографическая система той или иной страны представляет в основном производную от климата. Густота речной сети, характер питания рек, сезонные колебания уровней и расходов, время вскрытия и замерзания – все это управляется климатическими условиями и, как в зеркале, отражает климат тех мест, где река зарождается, и тех районов по которым река протекает.

Озера – внутренние водоемы суши со стоячей или мало проточной водой, не сообщаемые с океаном, с особыми условиями жизни и специфическими организмами. Объем озерной воды составляет 278 тыс. км^3 , или 0,016% всего объема воды. В отличие от рек озера – водоемы замедленного водообмена. С этим связаны многие черты их режима: вертикальная и горизонтальная неоднородность, циркуляция воды, отложение в котловине твердого материала, характер биоценозов и, наконец, эволюция и отмирание водоема. В каждом озере выделяются три взаимосвязанные составные части: 1) котловина – форма рельефа земной коры; 2) водная масса, состоящая не только из воды, но и из растворенных в ней веществ – часть гидросферы; 3) растительность и животный мир – часть живого вещества планеты.

Образование озера начинается с образования котловины. Различают понятия «озерная котловина» и «ложе озера». Озерная котловина – углубление в поверхности суши (элемент рельефа), заполненное до некоторого уровня водой. Часть озерной котловины, заполненная водой, - ложе озера. По происхождению озерные котловины делятся на несколько генетических типов.

Озерные котловины *тектонического происхождения* возникают в связи с образованием прогибов земной коры (мульдовые озерные котловины – Чад,

Эйр), трещин (трещинные котловины озер – озера Скандинавии, Карелии, Канады), сбросов, грабенов (Байкал, Великие Американские озера, Великие Африканские озера); отличаются большой глубиной и крутизной склонов. *Вулканические* озерные котловины бывают кратерными и кальдерными. Кратерные занимают кратеры потухших вулканов, заполненные водой, многочисленны на Яве, Канарских островах, в Новой Зеландии. Кальдерные близки по происхождению и морфологии к кратерным, к ним относятся, например, котловины Курильского и Кроноцкого озер на Камчатке. Своеобразными вулканическими котловинами являются маары.

Довольно многочисленна группа озерных котловин *ледникового происхождения*. Они могут быть равнинными (эрозионные, аккумулятивные, камовые, морено-запрудные) и горными (морено-запрудные и каровые). На равнинах котловины ледникового происхождения распространены на территории, подвергшейся последнему Валдайскому оледенению. Эрозионные ледниковые котловины распространены в пределах Балтийского и Канадского щитов, которые были центрами оледенения. Материковые льды сползали отсюда и эродировали тектонические трещины. Следовательно, эти котловины одновременно и тектонические и ледниковые. Аккумулятивные озерные котловины образовались там, где ледник откладывал морену – рыхлые горные породы, снесенные из центральных областей (Ильмень, Белое, Псковско-Чудское и др.).

Вводно-эрозионные и вводно-аккумулятивные котловины создаются деятельностью рек (старицы) или представляют собой затопленные морем участки речных долин (лиманы, лагуны), отделенные от моря скоплением наносов (озера Кубанских плавней, лиманы Черноморского побережья).

Карстовые озерные котловины возникают в областях сложенных растворимыми породами – известняками, гипсами, доломитами. Растворение этих пород приводит к образованию глубоких, но незначительных по площади котловин (встречаются между Онежским озером и Белым морем). *Термокарстовые* – в районе вечной мерзлоты, в Западной и Восточной Сибири.

Органогенные котловины возникают на сфагновых болотах тайги, лесотундры и тундры, а также на коралловых островах, они обязаны неравномерному нарастанию в первом случае мхов, во втором – полипов.

Питание озер, т.е. поступление воды в озеро, происходит в основном благодаря грунтовому и подземному питанию; атмосферным осадкам; поступлению воды из рек и ручьев, впадающих в озеро; конденсации атмосферной влаги.

По приходу и расходу водной массы озера делятся на четыре группы: 1) хорошо проточные, в которые впадает одна или несколько рек и одна вытекает (Байкал, Онежское, Виктория, Ильмень, Женевское); 2) мало проточные или периодически проточные – в них впадает одна река, но сток незначительный (Балатон, Танганьика); 3) бессточные, в которые впадает одна или несколько рек, но стока из озера нет (Каспийское, Аральское, Мертвое, Балхаш); 4) глухие, или замкнутые – не имеющие речного стока (озера тундры, тайги, степи, полупустынь).

Все озера испытывают колебания уровня воды. Сезонные колебания уровня воды определяются годовым режимом осадков и испаряемости и происходят на фоне многолетних. Наибольшие изменения уровней как в течение каждого года, так и за ряд лет свойственны озерам аридных зон. Питаясь преимущественно за счет речного притока, и расходуя воду только на испарение, эти озера чутко реагируют на осадки и испаряемость. Озеро Чад (Африка) в многоводные годы увеличивается почти вдвое и приобретает площадь 26 000 км², которая обычно составляет 12 000 км². Аральскому озеру грозит полное исчезновение в связи с уменьшением поступающей воды из рек Сырдарья и Амударья.

По химическому составу озера делятся на пресные, солоноватые и соленые. В качестве границы между пресными и солоноватыми принята минерализация в 3⁰/₀₀. Соленые озера имеют концентрацию солей 24-26⁰/₀₀. Самые озера на Земле – Гюсгунтаг (374⁰/₀₀), Мертвое море (270⁰/₀₀).

Проточные и сточные озера, как правило, пресные, так как приход пресной воды больше чем расход. Бессточные озера – соленые. К соленым озерам относятся: Эльтон и Баскунчак («Российская солонка»), Мертвое (Ближний Восток), Большое Соленое (Северная Америка).

На географическое размещение озер оказывает влияние климат (зональный фактор), обуславливающий питание озера, а также эндогенные (тектонические движения и вулканизм) и экзогенные (лед, проточная вода, ветер, процессы выветривания) факторы, содействующие возникновению озерных котловин. Области наибольшей концентрации озер на Земле связаны с равнинными и горными районами древнего оледенения (влажный климат и обилие отрицательных форм рельефа, созданных эрозионной или аккумулятивной деятельностью древних ледников), с районами, лишенными стока, и с районами крупных тектонических разломов земной коры. Примером озерных стран, связанных с областями древнего оледенения, могут служить: озерный пояс Северной Америки, вытянутый с северо-запада на юго-восток от озера Межвежьего через озера Невольничье, Атабаска и Виннипег до Великих озер; Скандинавский полуостров; Финляндия, в которой не менее 35 тыс. озер, покрывающих около 12% поверхности страны; Карелия и Кольский полуостров; озерная равнина Прибалтийских республик и озерный пояс, протянувшийся на восток и северо-восток от Прибалтики и включающий в себя такие озера, как Чудское, Псковское, Ильмень, Ладожское, Онежское и др.

Областью с большим количеством крупных тектонических озер является Восточная Африка, отличаются также Тибет, Монголия, степная полоса между Уралом и Обью. Тектонические озера являются самыми глубокими (Байкал – 1671 м.).

Озеро – продукт климата, а озерные котловины – продукт деятельности внутренних сил Земли, подземных вод, рек, ледников, ветра и т.д. – это лишь одна сторона зависимости между озером и остальными элементами географического ландшафта, другая сторона характеризует обратное воздействие озер на прочие элементы географического ландшафта. Крупные озера или скопления большого количества малых озер оказывают смягчающее

влияние на климат прилегающей территории; озера служат нередко регулятором стока рек и колебания речных уровней; озера, как базисы эрозии, контролируют эрозионную работу рек; наконец, заполнение наносами и зарастание озерных впадин способствует изменению рельефа земной коры (озерно-аллювиальные равнины, торфяники).

Подземные воды – воды верхней части литосферы, включающие всю химически связанную воду в трех агрегатных состояниях. Общие запасы подземных вод составляют 60 млн. км³. Подземные воды рассматриваются и как часть гидросферы, и как часть земной коры, которые образованы как за счет атмосферных осадков, так и в результате конденсации водяных паров атмосферы и паров, поднимающихся из более глубоких слоев Земли. Обязательные условия наличия воды в почвах и горных породах – свободные пространства: поры, трещины, пустоты.

По отношению к воде все грунты схематически делятся на три группы: водопроницаемые, водонепроницаемые, или водоупорные, растворимые.

Под *водопроницаемостью* подразумевают способность грунтов пропускать воду. Водопроницаемые породы могут быть влагоемкими и невлагоемкими (влагоемкость – способность породы удерживать в себе большее или меньшее количество воды). К влагоемким грунтам относятся мел, торф, суглинок, ил, лесс. К невлагоемким – крупнозернистые пески, галечник, трещиноватые известняки, которые свободно пропускают воду не насыщаясь ею.

Если слой водопроницаемых пород содержит воду, он называется *водоносным*.

Водонепроницаемые, или водоупорные, горные породы могут быть влагоемкими и невлагоемкими. Невлагоемкие – это массивные сильно метаморфизированные, лишенные трещин известняки, граниты, плотные песчаники. К влагоемким относят глины и мергели.

Растворимые породы - калийная и поваренная соль, гипс, известняк, доломиты, на них образуется карст (по названию известкового нагорья Карст в Динарских горах) – система пустот (пещеры, провальные воронки, колодцы), возникающая при растворении пород. Карстовые явления, обусловленные, в первую очередь, литологическими особенностями местности, развиваются в самых разных географических широтах. Они широко развиты по побережью Адриатического моря – от Карста до Греции, в Альпах, в Крыму, на черноморском побережье Кавказа, на Урале, в Сибири и Средней Азии, в Южной Франции, на южном склоне Центрального массива (плоскогорье Косс), в Северном Юкатане, на Ямайке и т.д.

Основная масса подземных вод находится в осадочной рыхлой толще платформ материков (кристаллические породы практически водоупорны). Вся подземная вода, сосредоточенная в осадочных породах, делится на три горизонта.

Верхний горизонт содержит пресные воды атмосферного происхождения (глубина залегания от 25 до 350 м), используемые для бытового, хозяйственного и технического водоснабжения.

Средний горизонт – древние воды, преимущественно минеральные или соленые, залегающие на глубине от 50 до 600 м.

Нижний горизонт – вода очень древняя, нередко погребенная, в высокой степени минерализованная, представлена рассолами, залегают на глубине от 400 до 3000 м и используется для добычи солей, брома, йода.

Вода, залегающая на первом водоупорном слое и существующая длительное время, называется *грунтовой*. Глубина залегания грунтовых вод различна и зависит от геологического строения – от нескольких десятков метров (20-39 м) до 1-2 км. Поверхность зеркала грунтовых вод обычно слабоволнистая, с уклоном в сторону понижений в рельефе (речные долины, балки, овраги), скорость движения воды в крупнозернистых песках составляет 1,5-2 м в сутки, в супесях – 0,5-1 м в сутки.

Выходы грунтовых вод на поверхность образуют источники. Грунтовые воды, залегающие между двумя водоупорными горизонтами, называются *напорными* или *артезианскими*. Обычно грунтовые и верхние артезианские воды имеют температуру около среднегодовой температуры воздуха в данной местности, их источники называют холодными. Воды, имеющие температуру +20⁰С и ниже, - холодные. Воды и источники, имеющие температуру от 20⁰ до 37⁰С, называют теплыми, свыше +37⁰С – горячими или термальными (подвержены воздействию внутреннего тепла Земли). В вулканических областях горячие воды изливаются в виде гейзеров – периодически фонтанирующих горячих источников (самый крупный гейзер – Великан на Камчатке, мощная струя горячей воды бьет из него на 50 м вверх, столб пара достигает высоты 300 м).

Болота – участки земной поверхности, избыточно увлажненные пресной или соленой водой, характеризующиеся затрудненным обменом газов, накоплением мертвого растительного вещества, переходящего в дальнейшем в торф. Болота занимают около 3,5 млн. км², или около 2% площади суши. Наиболее заболочены материка Евразия и Северная Америка, 70% болот находится в России.

Возникновение болот как завершающей фазы развития озер – это только один из способов происхождения болот. Помимо зарастания и заторфовывания водоемов, в образовании болот важную роль играют процессы увлажнения суши. Залегание с поверхности (или близко к ней) водоупорных пород и вечной мерзлоты облегчает заболачивание местности, особенно в условиях равнинного и мало пересеченного рельефа, препятствующего дренажу. Повышение уровня грунтовых вод, приводящее к заболачиванию, может иметь и вторичный характер – в результате вырубки леса на большом пространстве или вследствие лесного пожара: в обоих случаях уровень грунтовых вод поднимается, так как испарение воды из почвы уменьшается. Болото может быть завершающей фазой не только в развитии озер, но и в развитии леса как растительной ассоциации. Наконец, болота образуются в результате затопления поверхности земли проточными или морскими водами. Небольшие болотца появляются в местах выхода ключей, у подножия склонов, но особенно большой эффект производят разливы рек, наводняющие пойму.

По условиям питания болота подразделяются на низинные, верховые и переходные. *Низинные* болота питаются грунтовыми или речными водами, богатыми минеральными веществами, и располагаются, преимущественно, в понижениях затапливаемых постоянно или временно водой. В травяных болотах преобладают осоки, хвощи, сабельник, вейник и др., в гипновых болотах к перечисленным травам присоединяются мхи, в лесных – береза, ольха. Низинные болота широко распространены в зоне полесий – Мещере, в поймах больших рек Западной Сибири и т.д.

Верховые болота возникают на мало расчлененных водоразделах и питаются преимущественно атмосферными осадками, преобладают во влажном климате. В растительном покрове верховых болот главную роль играют сфагновые мхи, кроме того, встречаются багульник, клюква, роснянка, из деревьев – болотная сосна.

Переходный, или смешанный, тип болот представляет переходную стадию между низинными и верховыми типами. В низинных болотах происходит накопление растительных остатков, поверхность болота повышается, в результате этого грунтовая вода перестает питать болото, травяная растительность сменяется мхами. Таким путем низинные болота переходят в верховые, которые, в свою очередь, покрываются лесной, кустарниковой или луговой растительностью, превращаясь в суходольные луга.

В своем географическом распространении болота обнаруживают теснейшую зависимость от климата. Низинные болота, питающиеся грунтовыми водами, приурочены к более сухим местам, тогда как болота верховые (водораздельные) существуют во влажном климате и составляют типичное явление для лесной зоны. Чем больше отношение количества выпавших осадков к количеству испарившейся за тот же период влаги, тем сильнее заболоченность территории.

Если общее географическое распространение болот предначертано климатом, то рельеф управляет деталями их распространения. Наиболее благоприятны в этом смысле равнины и понижения, так как подобные формы рельефа сводят к минимуму поверхностный сток. Из других факторов имеет значение литологическое строение местности – близкое залегание к поверхности водонепроницаемых пород. Наиболее крупные болотные массивы находятся на севере европейской части России, в Карелии, в Полесье, в долине среднего течения Днепра, в Мещерской, Балахнинской и Мокшинской низине, Барабинской степи, в таежной области Восточной Сибири и Дальнего Востока, на западном побережье Камчатки.

Ледники. В полярных странах на уровне моря, а в умеренном и жарком поясах в высоких горах гидросфера представлена снегами и льдами. Оболочка Земли, в которой находятся многолетние, или «вечные», снега и льды, называется *хионосферой* (термин впервые введен в 1939 году С.В. Калесником). Хионосфера образуется в результате взаимодействия трех основных оболочек Земли: гидросферы, поставляющей влагу для образования снега и льда; атмосферы, переносящей эту влагу и сохраняющей ее в твердой фазе и литосферы, на поверхности которой возможно образование твердой оболочки.

Нижний предел хионосферы получил название снеговой границы (снеговой линии). *Снеговой границей* называется высота, на которой годовой приход твердых атмосферных осадков равен их годовому расходу, или за год снега выпадает столько, сколько не стаивает. Ниже этой границы снега выпадает меньше, чем может стаять, и накопление его, естественно, невозможно. Выше снеговой границы в связи с падением температуры аккумуляция снега превосходит его абляцию (таяние), здесь накапливаются вечные снега.

Высота снеговой границы и интенсивность оледенения зависят от географической широты, местного климата, орографии местности.

Широтные различия в высотах снеговой границы зависят от температуры воздуха и от количества осадков, которые распределяются зонально. Чем ниже температура и чем больше осадков, тем благоприятнее условия для накопления снега и для оледенения, тем, следовательно, ниже снеговая линия. В Арктике снеговая граница лежит на высоте 200-700 м, в Антарктиде – на уровне Мирового океана, во влажном экваториальном климате снеговая граница лежит на высоте 4600-5000 м, а в сухом тропическом поднимается до 5600 м. Влияет на высоту снеговой линии и количество выпадающих осадков. Например, на хорошо увлажненных склонах Западного Кавказа снеговая граница лежит на 300-400 м ниже, чем на более сухих склонах Восточного Кавказа, где она расположена на высоте 3000-3200 м.

Ледники – движущиеся многолетние толщи льда, возникшие на суше в результате накопления и постепенного преобразования твердых атмосферных осадков. Ледники оказывают влияние на климат, дают начало рекам, при наступании уничтожают растительность, погребают почвы, вытесняют животный мир, заполняют мелкие моря, создают при отступании водоемы озерного типа, меняют гидрографическую сеть. Движением ледников переносятся обломки горных пород, сглаживаются или акцентируются существующие формы рельефа, ледниковая аккумуляция образует особые горные породы (морену) и новые формы рельефа.

Выделяют два типа оледенений – покровное (материковое) и горное. При *покровном* оледенении лед сплошь покрывает большие участки суши, скрытый подо льдом рельеф почти не отражается на поверхности ледника. На острове Гренландия и в Антарктиде образуются ледяные щиты – огромные ледники с плоско-выпуклой поверхностью, медленно растекающиеся во все стороны под действием собственной тяжести. Спускаясь к морю, такие ледники образуют плавающие языки, а отрываясь, плавающие горы льда – айсберги.

Горное оледенение внешне отличается от покровного меньшими размерами (снега и льды скапливаются в понижениях и не выходят за их пределы) и несравненно большим разнообразием эрозионных форм рельефа: кары, цирки, трюги и др. У горных ледников значительно больше выражена зависимость от форм рельефа и движения – от уклона ложа ледника.

В ледниках содержится 24 млн. км³ воды, или 1,6% всего объема воды. Современные ледники занимают около 16 млн. км² (около 11% площади суши), из них 99% приходится на полярные широты. Площадь оледенения Антарктиды

13,4 млн. км². При полном оттаивании современных ледников уровень Мирового океана может подняться более чем на 60 м, что приведет к затоплению 10% суши (около 15 млн. км²).

Тема 10. Общие законы географической оболочки

10.1. Географическая оболочка – предмет изучения общего землеведения

Географическая оболочка – целостная материальная система, образованная при взаимодействии и взаимопроникновении атмосферы, гидросферы, литосферы, живого вещества.

О том, что география изучает особую оболочку Земли писали многие географы. А. Гумбольдт в своем труде «Космос» писал о «жизнесфере», по своему содержанию аналогичной биосфере, в заключительных строках он говорил о «сфере разума». П.И. Броунов в предисловии к «Курсу физической географии» писал, что наружная оболочка Земли состоит из концентрических сферических оболочек, а именно: литосферы, гидросферы, атмосферы и биосферы, все эти оболочки в значительной степени проникают одна в другую и своим взаимодействием обуславливают как наружный облик Земли, так и все явления на Земле. *Термин ГО предложил в 1932 г. А.А. Григорьев* («Предмет и задачи физической географии»). Он считал, что «земная поверхность представляет качественно особую вертикальную физико-географическую зону, или оболочку, характеризующуюся глубоким взаимопроникновением и активным взаимодействием литосферы, атмосферы и гидросферы, возникновением и развитием именно в ней органической жизни, наличием в ней сложного, но единого физико-географического процесса».

Положение верхней и нижней границ ГО разными авторами оценивается по-разному. А.А. Григорьев верхнюю границу ГО проводит в стратосфере на высоте 20-25 км, ниже слоя концентрации озона, нижняя граница, по его мнению, проходит немного ниже границы Мохо (на материках на глубине 30-40 км, под океанами – 5-8 км). Мощность ГО по А.А. Григорьеву составляет 75 км на материках и 45 км – на океане.

В границах близких к обозначенным Григорьевым, рассматривает ГО А.М. Рябчиков, однако нижнюю границу он проводит на уровне земной коры. С.В. Калесник верхнюю границу проводил на уровне тропопаузы, нижнюю он ограничивает осадочным слоем земной коры (4-5 км). А.Г. Исаченко в ГО включает тропосферу, гидросферу и осадочный слой земной коры. Ф.Н. Мильков, Д.Л. Арманд верхнюю границу проводят по тропопаузе, нижнюю – по границе земной коры. В Географическом энциклопедическом словаре и книге «Мир географии» авторы нижнюю границу проводят по зоне гипергенеза, верхнюю – по тропопаузе, на высоте 25 км.

Таким образом, границы ГО, очевидно, следует проводить по границе наиболее активного взаимодействия всех компонентов и проявлению географических закономерностей, особенно географической зональности.

Следовательно, верхняя граница располагается на уровне озонового экрана – 22-25 км, т.к. в этом слое атмосферы в результате взаимодействия формируются ВМ, до этой границы может существовать живое вещество. Нижнюю границу следует проводить по границе зоны гипергенеза (500-800 м), в этой зоне сформировались зональные коры выветривания, происходят круговороты вещества и энергии. В ГО включается вся гидросфера. Мощность ГО составляет 23-26 км.

Ряд ученых предлагали заменить термин ГО термином «биосфера». Они считают, что биосфера в понимании В.И. Вернадского (по мощности и по смыслу) совпадает с ГО. Однако в традиционном понимании в термине «биосфера» центральное место принадлежит живому веществу, остальные компоненты образуют его окружающую среду, что не совсем правильно. Кроме того, ГО существует более длительное время, чем биосфера. Биосферный этап – стадия развития ГО.

Компоненты ГО – это однородные вещественные образования – природная вода, воздух, горные породы, растения, животные, почвы. Компоненты делят на устойчивые (горные породы, почвы), мобильные (вода, воздух), активные (растения, животные); по агрегатному состоянию на: твердые, жидкие, газообразные.

Выделяют три структурных уровня ГО. Первый уровень – *геокомпонентный* (самый простой уровень; отдельные компоненты изучают геология, ботаника, геохимия и геофизика).

Второй уровень – *геосферный*. Геосферы – это оболочки, занятые преимущественно одним компонентом, они определяют вертикальную структуру ГО, располагаются ярусно и по удельному весу. Верхняя атмосфера образована самыми легкими газами, ниже залегают гидросфера и литосфера, образованные более тяжелыми химическими элементами. Наиболее сложное строение ГО имеет на контакте сфер: атмо- и литосферы (поверхность Земли), гидро- и литосферы (дно океана), атмо- и гидросферы (поверхность океана), атмо-, гидро- и литосферы (в прибрежной зоне океана).

Третий уровень – *геосистемный*. Геосистемы – комплексы, образованные при взаимодействии всех компонентов, образуют горизонтальную структуру ГО. Дифференциация ГО на геосистемы обусловлена неравномерным распределением тепла и влаги, неоднородностью земной поверхности.

ГО обладает качественным своеобразием и отличается от первичных геосфер, ее образующих:

- ГО – наиболее сложная оболочка планеты, характеризующаяся разнообразием вещественного состава;
- в пределах ГО вещество находится в трех агрегатных состояниях, обладает широким диапазоном физических характеристик;
- в оболочке присутствуют различные виды энергий, солнечная энергия преобразуется в энергию химических связей, тепловую и механическую;
- в пределах ГО наблюдается тесное взаимодействие слагающих ее компонентов, что приводит к образованию качественно новых образований – природных комплексов;

- в пределах ГО возникла жизнь, существует человеческое общество.

В жизни ГО выделяют несколько этапов. Добиосферный (геологический) – с 4,5 млрд. лет до 570 млн. лет. В это время произошло формирование материков и океанических впадин, образовались атмосфера и гидросфера. На добиосферном этапе взаимодействовали атмо-, гидро- и литосфера. Живое вещество существовало, но сплошного распространения не имело. В это время целостность оболочки поддерживали круговороты воды и химических элементов. В результате взаимодействия первичных компонентов – воды, воздуха, горных пород – формировались компоненты ГО (образовались природная вода и воздух, осадочные горные породы). На добиосферном этапе верхняя граница ГО располагалась на высоте 80 км (в этом слое существуют серебристые облака, состоящие из смерзшихся газов и льда, т.е. пары воды при круговоротах заносились на эту высоту). Нижняя граница проходила по границе осадочного слоя: осадочные горные породы являются результатом воздействия на горные породы воды и воздуха, кроме того, именно здесь располагаются горизонты подземных вод.

На втором, биосферном, этапе во взаимодействие включается живое вещество (с 570 млн. лет до 40 тыс. лет). К круговоротам добавляется биогенный: элементы на свету за счет реакции фотосинтеза превращаются в органические вещества, к испарению добавляется транспирация. Компоненты ГО становятся более сложными, в их преобразовании участвует живое вещество. Природная вода приобретает специфический газовый и солевой состав, который является результатом жизнедеятельности организмов, образуются коры выветривания и почвы, к компонентам добавляются растительность и животные. Верхняя граница ГО спускается до озонового слоя (здесь образуются зональные ВМ), нижняя граница – очерчивает зону гипергенеза.

На третьем этапе ГО вступает в ноосферный этап развития. Под ноосферой (сферой разума) понимают сферу взаимодействия природы и общества, в которой разумная деятельность человека становится определяющим фактором развития. На ноосферном этапе к круговоротам добавляется антропогенный круговорот вещества и энергии, начинают формироваться антропогенные компоненты. Которые несут в себе результаты воздействия человеческой деятельности.

10.2. Целостность географической оболочки

Целостность – одна из важнейших закономерностей ГО, проявляющаяся в том, что все компоненты взаимосвязаны друг с другом и изменение любого из них приводит к нарушению целостности всей оболочки. Причем ГО – не механическая сумма компонентов, а качественно новое образование, обладающее специфическими чертами и развивающееся как единое целое.

Целостность и взаимосвязь компонентов ГО можно проследить, анализируя историю оледенений (по С.В. Калеснику) четвертичного периода. В эпохи оледенений большие объемы воды консервируются в ледниках, что

вызывает значительное понижение уровня всего МО (на 100-110 м). Понижение уровня МО сказалось в свою очередь на природе всей Земли: произошло осушение шельфа, материка и океаны приобрели другие очертания, часть островов присоединилась к материкам. В это время возникают континентальные мосты, по которым происходила миграция видов, следовательно, растения и животные заселяют новые территории. Во всех речных системах ЗШ в результате понижения базиса эрозии активизируется глубинная эрозия.

В теплые межледниковые периоды материковые льды таяли, дополнительные объемы воды стекали в океан, что обуславливает повышение уровня МО. Начинается 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. Если «континентальные мосты» в последующие ледниковые эпохи не восстанавливаются, на материках могут сформироваться очень своеобразные флора и фауна.

Особенно большое воздействие на компоненты ГО оказывает человеческая деятельность. Недостаток знаний о взаимосвязи компонентов приводит к возникновению проблем Каспийского, Аральского морей, опустыниванию, деградации почв. Особенно остро стоит проблема Аральского моря, уровень которого понизился на 13 м. К 90-м годам Сырдарья уже не впадала в море, а сток Амударьи колебался от 0 до 10 км³ в год. Соленость Аральского моря возросла вдвое и составила 22⁰/₀₀, объем уменьшился на 600 км³, от воды освободился участок суши площадью 20 000 км². Закон целостности ГО предупреждает о необходимости предварительного и притом тщательного изучения географической структуры всякой территории, подвергающейся тому или иному виду хозяйственного воздействия.

10.3. Круговорот вещества и энергии в географической оболочке

Целостность ГО достигается за счет круговоротов вещества и энергии. Круговоротам подвержено вещество литосферы, гидросферы, атмосферы и биосферы.

В литосфере осуществляется круговорот вещества, охватывающий зону гипергенеза. В результате внутренних (эндогенных) процессов Земли магма, выходя на поверхность, превращается в изверженные горные породы. Под влиянием выветривания и деятельности текучих вод горные породы разрушаются и переносятся водой, льдом или ветром; отлагаются в другом месте – на суше или на дне водоемов в форме рыхлых осадочных отложений, которые в последствии уплотняются. Накопление осадочных толщ может иметь следствием погружение их в область высоких температур и давления. В результате этого породы изменяются – метаморфизируются, а при достаточно высоких температурах расплавляются, т.е. возвращаются к состоянию магмы.

В атмосфере круговорот представлен ОЦА, происходит формирование воздушных потоков планетарного масштаба. Основной вид циркуляции

атмосферы на вращающейся Земле обусловлен, по выражению В. Шулейкина, тепловой машиной первого рода, состоящей из «нагревателя» (низкие широты) и «холодильника» (приполярные): разность температур между экватором и полюсами порождает междуширотный обмен в толще атмосферы 20-25 км. Тепловой машиной второго рода служит разность температур между материками и океанами: летом очаги холода – океаны, тепла – суша; зимой очаги холода – суша, тепла – океаны. Циркуляция, создаваемая второй машиной, менее мощная, но все же проявляется в сезонной смене течений воздуха у поверхности Земли. «Нагреватель» и «холодильник» действуют, конечно, не непосредственно, а через барический рельеф: в области нагрева образуются ареалы пониженного давления, в областях охлаждения – повышенного. Движение воздуха, стимулированное разностью давлений, само по себе тоже вызывает изменение давления, которое в районах оттока воздуха понижается, а в местах притока повышается. Кроме того, циклоническим системам свойственны восходящие движения воздуха, антициклонам – нисходящие.

В гидросфере формируются большие и малые круговороты воды. В океане существуют горизонтальные и вертикальные круговороты водных масс; на суше наблюдается стекание воды по руслам рек, образование озер, ледников и подземных вод. Испарение воды с поверхности океана, конденсация водяного пара в атмосфере и выпадение атмосферных осадков на поверхность океана образуют *малый круговорот*. Когда водяной пар переносится воздушными течениями на сушу, круговорот воды становится сложнее. Одна часть осадков, выпавших на поверхность суши, испаряется и поступает обратно в атмосферу. Другая часть наземными и подземными путями стекает в понижения рельефа и питает реки и озера. Вода, принесенная на сушу с океана, вновь возвращается в океан речными и подземными стоками, завершая свой *большой* круговорот.

Морские течения образуют в каждом океане кольца океанической циркуляции. Наиболее крупные из них расположены между экватором и 40-ми параллелями, причем в соответствии с действием силы Кориолиса в СП вода в кольце движется по часовой стрелке, в ЮП – против часовой стрелки. Один пример – кольцо вокруг Саргассова моря: Северное Пассатное течение (на запад) – сложная система Гольфстрима (на северо-восток) – ветвь от «дельты» Гольфстрима на восток к Европе – Канарское течение (на юг) – Северное пассатное течение. Из района Ньюфаундленда часть вод, принесенных Гольфстримом, увлекается западными ветрами в высокие широты в виде Северо-Атлантического течения.

Другой пример: Северное Пассатное течение Тихого океана (на запад) – Куроисио (на северо-восток) – Северо-Тихоокеанское (на восток) – Калифорнийское (на юг) – Северное Пассатное течение.

Третий пример: Южное Пассатное течение Атлантического океана (на запад) – Бразильское течение (на юго-запад) – течение Западных ветров (на восток) – Бенгельское течение (на север) – Южное Пассатное течение.

Четвертый пример: течение Западных ветров, или Антарктическое, образует непрерывный ток воды вокруг земного шара в средних широтах ЮП.

Обязательным звеном циркуляции воды в океане являются компенсационные противотечения: межпассатное экваториальное в Тихом и Атлантическом океанах

Большое значение имеет биологический круговорот – образование и разложение органического вещества. Общая схема биологического круговорота такова: 1) в зеленых растениях на дневном свете идет процесс фотосинтеза: в хлорофилловых зернах разлагается вода, водород используется на построение органических соединений, а кислород выделяется в атмосферу; 2) органические вещества животных и растений после смерти организмов разлагаются микробами до простейших соединений – углекислого газа, воды, аммиака и др.; 3) минеральные соединения, возникшие описанным путем, снова поглощаются растениями, животными, микробами и снова входят в состав сложных органических веществ. Иными словами, одни и те же элементы многократно образуют органические соединения живых организмов и многократно снова переходят в минеральное состояние.

Темпы биологического круговорота определяют важнейшие черты миграции химических элементов в ГО и характер связей между атмо-, гидро- и литосферой.

Все описанные круговороты не являются круговоротами (циклами) в точном смысле этого слова. Они не вполне замкнуты, и конечная стадия круговорота вовсе не тождественна начальной стадии. Разрыв между ними представляет направленное изменение, т.е. развитие. Растение, например, отдает почве больше веществ, чем получает от нее, т.к. его органическая масса создана в основном за счет углекислого газа атмосферы, а не за счет элементов, поступивших из почвы через корневую систему.

10.4. Ритмические явления в географической оболочке

Своеобразная разновидность круговоротов в ГО и одна из закономерностей ее развития – ритмичность.

Ритмичностью называется повторяемость во времени комплекса процессов, которые каждый раз развиваются в одном направлении. Различают две формы ритмики: *периодическую* – это ритмы одинаковой продолжительности, и *циклическую* – ритмы переменной длительности.

Ритмы бывают разной продолжительности: *сверхвековые, внутривековые, годовые, суточные*. Самый крупный ритм в истории Земли связан с движением Солнечной системы вокруг ядра Галактики и составляет 180-220 млн. лет. В жизни Земли он представлен тектоническими этапами: каледонским (кембрий – ордовик - силур, 200 млн. лет), герцинским (девон - пермь, 180 млн. лет), мезозойским (триас - мел, 165 млн. лет), кайнозойским. В это время активизируются тектонические движения, вулканизм, изменяются очертания материков, что, в свою очередь, обуславливает изменение климата.

Из сверхвековых ритмов хорошо изучен ритм продолжительностью 1800-2000 лет, который обусловлен изменением приливообразующих сил на Земле. Примерно раз в 1800 лет Солнце, Луна и Земля оказываются в одной плоскости

и на одной прямой, причем расстояние между Солнцем и Землей наименьшее. В ритме выделяются три фазы. Первая фаза – трансгрессивная (прохладного и влажного климата), развивающаяся быстро, но имеющая небольшую продолжительность в 300-500 лет (усиливалось оледенение. Увеличивался сток рек, повышался уровень озер). Вторая фаза – регрессивная (сухого и теплого климата), длительность этой фазы составляет 600-800 лет (ледники отступали, реки мелели). Третья фаза – переходная, длительность ее 700-800 лет

Среди внутривековых ритмов наиболее четкими оказались циклы продолжительностью в 11, 22 и 33 года, связанные с солнечной активностью. А.Л. Чижевский считал, что на пике солнечной активности усиливаются вспышки эпидемий, увеличивается вулканическая активность, частота возникновения циклонов, а также массовые волнения людей, народные восстания (революции 1905 и 1917 гг., события 2000 г. – войны в Чечне, Абхазии, Афганистане – точно соответствуют пику солнечной активности).

Годовая ритмика связана со сменой времен года и обусловлена орбитальным движением Земли и наклоном оси. Сезонная ритмика наблюдается во всех геосферах: в атмосфере существует годовой ход влажности, температур, атмосферных осадков, формируются сезонные ветры – муссоны. В литосфере в течение года изменяется интенсивность выветривания, других экзогенных процессов. В гидросфере наблюдается годовой ход температуры воды, солености, плотности, сезонная миграция рыб.

Суточная ритмика связана со сменой дня и ночи, возникающей из-за вращения Земли вокруг оси. Суточный ритм проявляется в суточном ходе всех метеоэлементов, фотосинтез идет только днем, на свету. Человек также живет по «солнечным часам»: активность организма понижается с 2 до 5 ч утра и с 12 до 14 часов солнечного времени, в это время уменьшается частота пульса, ухудшается память, понижается температура. Наиболее активен человек с 8 до 12 ч и с 14 до 17 ч.

Суточная ритмика на разных широтах имеет свою специфику. Это связано с продолжительностью освещения и высотой Солнца над горизонтом. На экваторе день равен ночи в течение всего года. По направлению к полюсам летом длительность дня увеличивается, а ночи уменьшается, зимой наоборот, увеличивается длительность ночи. В дни летнего солнцестояния на полярных кругах длительность дня равна 24 часам. За полярным кругом летом наблюдается полярный день.

Ритмические явления как и круговороты не замкнуты в себе, протекающие на фоне непрерывного развития ГО, они не могут повторить в конце ритма то состояние, какое было в его начале. Изучение ритмов в природе важно для научных и практических прогнозов происходящих в ней процессов.

10.5. Зональность и аazonальность в географической оболочке

Важнейшая географическая закономерность – **зональность** – закономерное изменение компонентов или комплексов от экватора к полюсам благодаря изменению угла падения солнечных лучей. Основные причины

зональности – форма Земли и положение Земли относительно Солнца, а предпосылка – падение солнечных лучей на земную поверхность под углом, постепенно уменьшающимся в обе стороны от экватора.

Основоположником учения о зональности был русский почвовед и географ В.В. Докучаев, который считал, что зональность – это всеобщий закон природы. Географы разделяют понятия компонентная и комплексная зональность. Представление о компонентной зональности сложилось с античных времен. Еще Аристотель выделил на Земле тепловые пояса. Комплексную зональность открыл и обосновал В.В. Докучаев. Ученые выделяют горизонтальную, широтную и меридиональную зональность. Очевидно, более общее понятие – горизонтальная зональность (на равнинах она проявляется как широтная, в приокеанических секторах ориентация зон становится почти меридиональной).

По причине зонального распределения солнечной лучистой энергии на Земле зональны: температуры воздуха, воды и почвы; испарение и облачность; атмосферные осадки, барический рельеф и системы ветров, свойства ВМ, климаты; характер гидрографической сети и гидрологические процессы; особенности геохимических процессов и почвообразования; типы растительности и жизненные формы растений и животных; скульптурные формы рельефа, в известной степени типы осадочных пород, наконец, географические ландшафты, объединенные в связи с этим в систему природных зон.

Размывается зональность в высоких слоях атмосферы, на рубеже 20-25 км, т.к. выше действует динамическая система, независимая от тропосферной. Быстро исчезают зональные различия и в земной коре. Сезонные и суточные колебания температуры охватывают слой горных пород толщиной не более 15-30 м; на этой глубине устанавливается температура равная средней годовой температуре воздуха данной местности. Ниже постоянного слоя температура с глубиной нарастает, и ее распределение как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении связано уже не с солнечной радиацией, а с источниками энергии земных недр, поддерживающий, как известно, азональные процессы. Зональность во всех случаях затухает по мере приближения к границам ГО.

Наиболее крупные зональные подразделения ГО – *географические пояса*. Они отличаются друг от друга температурными условиями, особенностями циркуляции атмосферы, почвенно-растительного покрова и животного мира. Иными словами, под географическим поясом понимают широтное подразделение ГО, обусловленное климатом (в соответствии с классификацией Б.П. Алисова). Главный смысл выделения географических поясов заключается в обрисовке лишь самых общих черт распределения первичного фактора зональности – тепла. Общие черты циркуляции атмосферы, управляющие переносом влаги, т.е. основного фактора внутренней неоднородности природных зон, необходимо брать во внимание при делении географических поясов на *секторы* (выделяют два океанических и континентальный). Наиболее благоприятны условия для жизни людей в умеренном, субтропическом,

субэкваториальном географических поясах. Географические пояса выделяются на материках и на океанах. Внутри поясов на суше по соотношению тепла и влаги (что приводит к общности биологических компонентов – биоценозов) выделяются *географические зоны*. Зоны делятся на *подзоны* по степени выраженности зональных признаков. Теоретически в каждой зоне, вытянутой в широтном направлении, можно выделить только три подзоны: северную, центральную и южную. Следует отметить, что зональность хорошо выражена только на земной поверхности, с высотой и глубиной зональность быстро затухает.

А.А. Григорьевым и М.И. Будыко разработан *периодический закон географической зональности*. Географические пояса выделяются по радиационному балансу, географические зоны по индексу сухости, т.е. по соотношению радиационного баланса и теплоты, необходимой для испарения годового количества осадков. При одинаковом значении радиационного индекса сухости в каждом географическом поясе развивается подобная зона. Например, при индексе равном 0,8, во всех поясах развивается зона лесов, однако экваториальные леса отличаются от лесов умеренного пояса. Следовательно, своеобразный облик географической зоне придает соответствующий географический пояс (количество тепла).

Для выявления закономерностей в расположении географических поясов и зон группой ученых (А.М. Рябчиков и др., 1972) был построен гипотетический материк, размеры которого соответствуют половине площади суши, конфигурация – ее расположению по широтам, поверхность представляет собой невысокую равнину, омываемую океаном. Нанесенные 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 СП вызывает сильное растягивание зон в континентальных секторах северных умеренного и субтропического поясов. В ЮП эти сектора выклиниваются. В общих чертах зональность ЮП повторяет зональность СП. Большинство географических зон располагается меридионально. Только на территории Канады и России, преимущественно в континентальных секторах умеренного и субарктического поясов, преобладает широтное положение зон. Зональность прекрасно выражена на Восточно-Европейской равнине (именно при изучении почвы этой равнины В.В. Докучаев открыл закон зональности).

Характеристика ведущих природных зон мира

Природные зоны умеренного пояса (тайга, смешанные и широколиственные леса).

Умеренный климатический пояс развит в обоих полушариях: в ЮП климат в основном океанический, в СП наблюдаются все четыре типа климата (материковый, океанический, западных и восточных побережий). Границами умеренных поясов, обращенными в сторону жарких стран, служат годовые изотермы 20° , примерно совпадающие в обоих полушариях с 30-ми

параллелями (летнее положение полярного фронта и зимнее положение арктического фронта). Климат умеренных зон складывается под влиянием физических свойств полярного воздуха, вхождений арктических (антарктических) и тропических ВМ и циклонической деятельности на полярном и арктическом (антарктическом) фронтах. Суммарная радиация составляет 330-500 кДж/см² в год, годовой радиационный баланс - 85-170 кДж/см². Так как Солнце летом стоит высоко, а зимой - низко, колебания температуры в году довольно резкие. Тепловые условия всюду допускают произрастание деревьев; существование безлесных ландшафтов объясняется не недостатком тепла, а недостатком влаги. В умеренных поясах довольно четко обособляются три сектора:

а) Западный приокеанический, большей своей частью лежащий в сфере преобладания западных ветров и круглогодичной деятельности циклонов. Характерные природные зоны сектора – смешанные и широколиственные леса (Франция, Бельгия, Нидерланды, Британские острова, Норвегия, южная часть Чили, северная часть Тихоокеанского побережья Северной Америки);

б) Внутриматериковый с континентальным климатом. Очень широкий диапазон природных зон – от таежных до пустынных (большая часть территории России, большая часть Канады между Скалистыми горами и Гудзоновым заливом; климат средней Европы носит переходные черты между континентальным и климатом западных берегов);

в) Восточный приокеанический – в сфере действия муссонно-циклональной циркуляции, характерны различные варианты лесных зон (Дальний Восток и побережье Гудзонова залива).

Основные массивы зоны тайги расположены в Евразии (Фенноскандия – Скандинавский и Кольский полуострова, Европейская часть России и в Сибири) и в Северной Америке (Канада). Самые холодные месяцы здесь имеют среднюю температуру от -10°C до -40°C , самые теплые 13-19⁰С. Зимы суровые, особенно в Восточной Сибири, где абсолютный минимум бывает до -71°C . Лето сравнительно теплое. Осадков – 400-600 мм. На значительных пространствах вечная мерзлота. Почвы мерзлотно-таежные, подзолистые, дерново-подзолистые, болотные. Биомасса (количество живого вещества на единице площади) растений составляет 1000-3500 ц/га.

Тайга – это сырые и сумрачные хвойные и хвойно-мелколиственные леса простого строения (древесный, травяной и моховый ярусы). Другие типы растительности – луга и болота. Видовой состав тайги беден: европейские, сибирские и американские виды елей, лиственниц, пихт, сосен (в том числе кедровая сосна или кедр). В России в западной части тайги преобладает ель европейская, в восточной части лесобразующей породой является лиственница даурская. В южной части тайги, на Дальнем Востоке, к хвойным породам добавляются широколиственные: дуб, вяз, клен, липа. Непременным элементом тайги являются верховые, сфагновые болота, образование которых обусловлено многолетней мерзлотой, небольшим испарением и равнинностью территории. В тайге распространены рыси, бурые медведи, соболи, горностаи, куницы. В тайге обитают 90 видов млекопитающих и 250 видов птиц. В ЮП зоны тайги

нет.

Зона смешанных и широколиственных лесов охватывает в СП восток США (район, примыкающий к Аппалачам и Великим озерам), западную Европу (без Средиземноморья), среднюю полосу России, часть Тихоокеанского сектора Азии. В ЮП – западное побережье Южной Америки, Тасманию и Южный остров Новой Зеландии. По сравнению с тайгой, здесь более благоприятный климатический режим: средние температуры самого холодного месяца в пределах зоны изменяются от -12 до $+5^{\circ}\text{C}$ (на Дальнем Востоке от -28 до -16°C), самого теплого от 16 до 21°C , годовые суммы осадков от 500 до 1500 мм, речная сеть густая, заболоченность значительно меньше, чем в тайге, почвы дерново-подзолистые, есть бурые лесные почвы. В зоне смешанных лесов широколиственные группировки чередуются с ельниками, сосновыми борами, местами развиваются луга с богатым разнотравьем. Биомасса растений составляет $3000-5000$ ц/га. Кроме хвойных в Северной Америке растут американские виды кленов, тополей, лип, ясеней, берез, каштанов, дикий виноград и др. В широколиственных лесах произрастают дуб, бук, граб, каштан, ясень, липа. В приморских районах Европы преобладают каштановые леса, на остальной территории – буки и дубы. Для Тихоокеанского сектора Азии (Уссурийский край, среднее течение Амура, Маньчжурия – северо-восточная часть Китая) характерно богатство видов: рядом растут вечнозеленые, лиственные и хвойные деревья. В лесах произрастают клен, орех, ясень, магнолия, вишня, камелия. В лесах умеренных широт много разнообразных кормов, оттого и животный мир разнообразнее таежного. Из-за отсутствия ветра обилие слаболетающих насекомых, и среди них большие махаоны Маака на Дальнем Востоке, здесь же водятся кабаны, соболь, пятнистый олень, уссурийский тигр, фазан, заяц-беляк: в Европе – белка, рысь, бурый медведь, благородный олень, кабан, лесная кошка, европейская косуля, барсук, встречаются бобры, зубры, обычные квакши (древесные лягушки), дятел, иволга, дубонос, синица, зяблик, дрозд и др.; в Америке – виргинский олень, медведь барабал, енот, скунс, выдра.

Аналогичная зона в ЮП лежит в сфере действия циклонов и западного переноса, очень богата осадками ($1200-3000$ мм), и климат здесь мягкий: средние температуры самого холодного месяца в году $5-8^{\circ}\text{C}$, самого теплого от 10 до 18°C . На бурых лесных почвах растут густые вечнозеленые леса из широколиственных и хвойных пород с густым подлеском, лианами и эпифитами. Вечнозеленые южные буки, чилийские кедры, кипарисы, араукарии, мирты, бамбуки господствуют в Южной Америке, эвкалипты – на Тасмании, араукарии, папоротники – на новой Зеландии. Для животного мира характерны олень, выдра, скунс (Южная Америка), сумчатый волк, вомбат, утконос, ехидна (Тасмания), а Новая Зеландия отличается отсутствием змей и черепах, нелетающими птицами (киви, совиный попугай), бедностью млекопитающими (летучие мыши, лесная крыса) и живым мезозойским реликтом – ящерица гаттерия.

Зоны саванн и редколесий

Тропические зоны ограничены со стороны экватора летним положением тропического фронта, со стороны умеренных широт зимним положением полярного фронта. В ней происходит формирование тропического воздуха, который от субтропических максимумов давления идет к экватору в виде пассатов. Тропический воздух образуется в антициклонах из опускающегося экваториального воздуха, а также из полярного воздуха умеренных широт. Тропический воздух здесь круглый год является главной воздушной массой.

Воздух пассатов сухой, особенно в пассате, возникающем над материками и имеющем в нижних слоях очень высокую температуру. Но ближе к экватору пассаты, которые над океаном подходят к восточным берегам материков, увлажнены.

1. Местоположение:

Зона саванн и редколесий развита в Африке, Южной Америке, Азии (Индостан) и на северо-западе Австралии. В Африке охватывает Судан, Восточную Африку, водораздельные плато Конго – Замбези и Замбези – Лимпопо, часть котловины Калахари; в Южной Америке – бассейн Ориноко и часть Гвианского массива, а также Громадную территорию Бразильского массива и Гран-Чако; в Австралии – северную четверть материка; В Азии – Индостан к югу от 22⁰ с.ш.

2. Характеристика температурного режима, осадков:

Температура самого холодного месяца в пределах зоны от 12 до 20⁰, самого теплого 20-35⁰. атмосферных осадков в году в разных районах от 100 до 500 мм (местами до 1000 мм). Очень отчетлива смена сухого и влажного сезонов. Речная сеть редкая: в период дождей – бурные короткие паводки, в засуху – длительное мелководье, мелкие водотоки пересыхают.

3. Почвы:

Почвы черные, красно-бурые, коричневые, серо-коричневые; в Индии в красно-бурых почвах на небольшой глубине образуется уплотненный горизонт карбонатных конкреций (канкара).

4. Растительность:

В своей основе саванна – это тропический тип травянистой растительности, отличающийся от степной наличием ксерофильных низкорослых редко стоящих деревьев, многим из которых свойственна зонтиковая крона. Основной фон саванны создают жестколистные злаки. Деревья, произрастающие в саванне, имеют длинную корневую систему, достигающую 50-60 м, многие деревья приобретают зонтиковую форму кроны (акация) для уменьшения испарения. В Западной Африке большие площади занимают влажные саванны, в них высота злаков может достигать 5 м. В сухих саваннах высота злаков намного меньше, часто встречаются мощные листопадные деревья – баобабы (высота до 25 м, поперечник ствола – 10 м и более, возраст деревьев может достигать 1000 лет). В саваннах Австралии произрастают эвкалипты с примесью акаций, большие пространства заняты густыми зарослями ксерофитных кустарников – скрабом. В льяносах Ориноко основной фон составляют различные злаки с редкими рощами пальм. В Бразильском массиве – травяные саванны, саванны с разбросанными

кривоствольными деревьями, кустарниками, отдельными пальмами, а также сухое редколесье (каатинга) из кактусов и деревьев с бочкообразными стволами. В Гран-Чако – пальмовые рощи, пересыхающие тропические болота (пантаналы), сухолюбивые леса из квебрахо. В Индостане – кустарниковые и травянисто-кустарниковые саванны, с акациями, колючими кустарниками, суккулентами. Биомасса в саванне составляет 500-1500 ц/га.

5. Животный мир:

Животный мир саванны исключительно богат. Обилие трав влечет и обилие копытных, много грызунов, крупных и мелких хищников, пресмыкающихся. В саваннах Африки распространены копытные животные, большую их часть составляют антилопы. Встречаются носороги, жирафы, слоны, львы, шакалы, гиены. В саваннах Австралии живут различные виды кенгуру, очень много грызунов и насекомых.

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 – аazonальность. *Аazonальность* – изменение компонентов и комплексов, связанное с проявлением эндогенных процессов. Причина аazonальности – неоднородность земной поверхности, наличие материков и океанов, гор и равнин на материках, своеобразие местных факторов: состав горных пород, рельеф, условия увлажнения и др. Аazonален эндогенный рельеф, т.е. размещение вулканов и тектонических гор, строение материков и океанов.

Существует две основные формы проявления аazonальности – *секторность* географических поясов и *высотная поясность*. В пределах географических поясов выделяются три сектора – материковый и два приокеанических. Наиболее ярко секторность выражается в умеренном и субтропическом географических поясах, слабее всего – в экваториальном и субарктическом.

Высотная поясность – закономерная смена поясов от подножия к вершине горы. Высотные пояса не копии, а аналоги широтных зон, в основе их выделения лежит уменьшение температуры с высотой, а не изменение угла падения солнечных лучей. Кроме того, в горах изменяется спектр солнечной радиации: возрастает доля ультрафиолетовых лучей. При подъеме в горы уменьшается давление, а также не наблюдается изменения продолжительности дня и ночи, как при перемещении от экватора к полюсам. Наиболее важные отличия между широтными зонами и аналогичными им высотными поясами заключаются в следующем:

1. Среди широтных зон есть зоны не только теплового, но и динамического происхождения (например, области субтропических максимумов давления), аналогичных по происхождению высотных поясов быть не может.

2. Температура с высотой изменяется гораздо быстрее, чем по горизонтальному направлению от экватора к полюсам. В СП температура

убывает в среднем на $0,5^{\circ}$ на каждый градус широты, в тропосфере по вертикали – в среднем на 6° на каждый километр. Именно быстрое уменьшение температуры с высотой предопределяет возможность высотной климатической поясности при условии, что рельеф земной поверхности поднят на достаточную высоту (смена поясов в горах происходит быстрее).

3. Высотная поясность в горах складывается не просто под влиянием изменения высоты, но и под влиянием конкретных форм земного рельефа. Различие в рельефе – одно из принципиальных для той обстановки, в которой формируются широтные зоны и высотные пояса. Высотная поясность поэтому более разнообразна и изменчива, чем зональность, и в гораздо большей степени подвержена местным факторам (в горах существует пояс субальпийских и альпийских лугов, которого нет на равнинах).

4. Структура высотной поясности весьма сильно зависит от экспозиции горного склона (на южных и северных, на подветренных и наветренных склонах формируется разный спектр поясов: на наветренных склонах может произрастать лес, на подветренных, в более засушливых условиях – степь), под влиянием чего возникает *асимметрия поясности*, т.е. различие высот одноименных поясов на противоположных склонах.

5. В известных условиях возникает *инверсия высотной поясности* (инверсии широтных зон не бывает). Наиболее обычная причина инверсий – застаивание в межгорных котловинах холодного воздуха, который скатывается сюда с горных склонов и вершин (на дне котловины располагается тундра, на склонах – хвойный лес).

Вместе с тем высотная поясность имеет много общего с горизонтальной зональностью: смена поясов при подъеме в горы происходит в той же последовательности, что и на равнинах при движении от экватора к полюсам. Широтная зональность определяет тип высотной поясности: у каждой зоны свой типичный набор поясов. Высотная поясность всегда начинается у подошвы горной цепи с аналога той широтной зоны, на которую опирается горное подножие. В горах, находящихся в степной зоне, первый высотный пояс – горно-степной. Количество высотных поясов в целом зависит от высоты гор и широты места. Самый простой спектр наблюдается в горах полярных широт – там существует единственный пояс ледников. В умеренных широтах уже от трех до пяти поясов, в экваториальном поясе развивается самый полный спектр высотных поясов.

Наряду с высотной поясностью можно говорить о глубинной поясности подводных ландшафтов. Ф.Н. Мильков выделяет мелководные ландшафты шельфа, батимальные ландшафты материкового склона, абиссальные ландшафты ложа океана и ультраабиссальные ландшафты глубоководных желобов.

Нет единого мнения по поводу того, зональна или азональна высотная поясность. Ф.Н. Мильков относил высотную поясность к проявлению зональности. Он писал, что есть географические зоны равнин, отличающиеся относительно простым строением, и есть географические области горных стран, характеризующиеся более сложной структурой, изменяющейся в горизонтальном и вертикальном направлениях. С.В. Калесник полагал, что

высотная поясность аazonальна. Н.А. Гвоздецкий считал, что наблюдается как бы две формы географической зональности: горизонтальная – на равнинах и высотная – в горах. А.Г. Исаченко пришел к выводу, что существуют три зональные закономерности: широтная поясность (широтная зональность), секторность (меридиональная зональность) и высотная (вертикальная) поясность.

10.6. Симметрия, диссимметрия и асимметрия в географической оболочке

Симметрия – греческое слово, означающее соразмерность, гармонию в размещении точек или предметов в пространстве. Симметрия свойственна не только земным, но и космическим объектам и отражает наиболее общие черты строения объектов. Значительный шаг к разработке теории симметрии и диссимметрии сделал И.И. Шафрановский (1968), которым были выделены универсальные виды симметрии на поверхности Земли (принципы Шафрановского).

Универсальной формой является *шаровая симметрия*: присуща фигуре Земли, гравитационному, магнитному, термическому, барическому и др. полям Земли, гидро-, атмо-, литосфере, ГО. Шаровая симметрия вызывается как силами тяготения в космических телах и планетарных образованиях, так и силами сцепления в наземных формах (в атмосфере свойственна каплям воды, облакам, туману, дождю, граду, в литосфере – шаровым отдельностями горных пород и минералов, в гидросфере – радиоляриям, фораминиферам). Благодаря суточному вращению Земля имеет ось и экватор. Последний является плоскостью относительно которой наблюдается зеркальная симметрия многих элементов ГО: поясов освещения, систем воздушных течений, распределение давления, температуры и т.д. Одной из универсальных форм симметрии является *коническая симметрия* (проявляется в стратовулканах, горных вершинах, карстовых воронках, камах и др.), *билатеральная* (латерис – боковой) *симметрия* или *симметрия листа* (дно и берега океанов, например, Атлантического: при совмещении западный и восточный берега почти совпадают). Именно примеры билатеральной симметрии натолкнули А. Вегенера на соображения об определенном способе образования материковых глыб за счет раздвижения материка Пангеи.

Явления нарушения симметрии называют *диссимметрией* (таким образом, диссимметричными называются такие объекты, у которых одни элементы симметрии сохранились, другие нарушены). Например, билатеральная диссимметрия проявляется в неполном соответствии систем географических зон СП и ЮП. Диссимметрия увеличивается в направлении от экватора в средние широты (северный и южный умеренные пояса настолько различны, что требуют самостоятельного описания: например, большой лесной зоне СП в ЮП соответствует океан и лишь небольшой регион лесов в Чили). Крайним случаем диссимметрии является *антисимметрия* (антисимметричными являются объекты, у которых нет ни одного элемента

симметрии).

Полярная асимметрия Земли проявляется в неодинаковости строения и истории развития обоих полушарий. Сама фигура Земли асимметрична, северная полярная полуось на 30-100 м длиннее южной и поэтому сжатие СП меньше (фигура Земли напоминает кардиоидальный эллипсоид). Суша в СП занимает 39% площади, а в ЮП – всего 19%. Северному Ледовитому океану СП соответствует материк Антарктида ЮП. В СП находятся наиболее приподнятые участки земной коры (щиты Балтийский и Канадский), а в ЮП на этих широтах – цепочка океанических впадин (Африкано-Антарктическая, Австрало-Антарктическая). Большая часть южных материков занята древними платформами 72-90%, значительная часть северных материков образована палеозойскими и мезозойскими горами. В СП есть пояс молодых складчатых гор (Альпийско-Гималайский), аналога ему в ЮП нет.

Асимметричность суши и океана влечет за собой асимметричность в распределении свойств других компонентов. Из-за преобладания водной поверхности в ЮП климат ровнее, годовая амплитуда температур 6° , а в СП – 14° . Теплые течения в СП распространяются в Северный Ледовитый океан, в ЮП – не далее 35° ю.ш. В ЮП Антарктида имеет мощное материковое оледенение, в СП площадь материкового оледенения мала, зато большая многолетняя мерзлота.

Различие в СП и ЮП проявляется и в распределении растительности и животных: в СП огромную площадь занимает тайга, в ЮП – аналога ей нет. В ЮП отсутствуют зоны тундры, лесотундры, лесостепи, пустынь умеренного пояса. Отдельные виды растительности встречаются только в СП (сосновые, секвойи). Отличия проявляются и в животном мире.. в Антарктиде живут пингвины, в Арктике – белые медведи. В ЮП живут ламы, утконосы, ехидны, кенгуру сумчатые волки, киви, коала; в СП – двугорбые верблюды, яки. Полярная асимметрия биосферы отмечалась и в прошлые геологические эпохи. В настоящее время в ЮП обитает 17 видов пингвинов, остатки ископаемых пингвинов (22 вида) обнаружены только в ЮП.

Тема 11. Антропосфера.

11.1. Современные взгляды на происхождение человека

Данные современной науки говорят, что человек произошел от общего с обезьяной предка. Вместе с тем, вопреки Ч. Дарвину, появление человека не есть простое продолжение эволюции животных. Это – качественный скачок, так как с появлением человека возникло и первобытное человеческое общество, принципиально отличное от стада обезьян своей способностью к производству и изготовлению орудий труда. Переход стада обезьян в первобытное человеческое общество завершился в самом начале четвертичного периода.

Вторая половина фанерозоя была временем расцвета высших человекообразных обезьян. Возникновение среди них новых биологических форм, в том числе и форм, по ряду признаков приближающихся к человеку,

обусловливалось широким распространением человекообразных обезьян и приспособлением их к разной географической обстановке. Одни человекообразные обезьяны в определенных географических условиях пошли по пути дальнейшей специализации жизни на деревьях, другие, в иных условиях – по пути к наземному образу жизни. Последнее обеспечило им возможность прямохождения и использования передних конечностей для обращения с предметами, что, в свою очередь, привело к обогащению осязательных и связанных с ними зрительных восприятий, заложило основу для возникновения высших условных рефлексов и прогрессивного развития мозга. Из этой второй ветви человекообразных обезьян и возник человек, как только его предки, умевшие использовать орудия, научились их изготавливать.

Остатки прямых предков человека не обнаружены. В 1924-1950 гг. в Южной Африке сделано много находок костей *австралопитеков* – высших обезьян третичного периода. Австралопитеки обладали известным морфологическим сходством с человеком, жили стадами в открытых безлесных местах, ходили на двух ногах, питались не только растительной, но и животной пищей, умели пользоваться разными предметами для обороны и нападения. В своем развитии они довольно близко подошли к *гоминидам* (обезьяно-людям), но не превратились в них, и превращение это произошло с другими группами высших обезьян и совсем в других районах земного шара.

Другой наиболее близкий к человеку вид ископаемых антропоидов (*рамапитек*) найден в Индии, в плиоценовых (неоген) отложениях Сиваликских холмов.

К древнейшим, самым примитивным по своему физическому строению людям относятся *питекантроп* и *синантроп*, совмещавшие в себе обезьяньи и человеческие признаки. Останки питекантропа впервые найдены на Яве в 1891-1894 гг., останки синантропа – в 1927 г. около Пекина, но впоследствии оказалось, что область распространения этих типов обезьяно-людей довольно обширна, а каменные орудия, характерные для эпохи питекантропа и синантропа, обнаружены, кроме юга и юго-востока Азии, также в Европе, Малой Азии и в ряде пунктов Африки. Питекантропы умели делать простейшие каменные орудия, а синантропам известно было и употребление огня, так как в их стоянках найдены зола и разбитые и обожженные кости животных. Синантроп – более развитая форма, чем питекантроп, либо потому, что он геологически моложе питекантропа, либо вследствие существования его в других (по сравнению с питекантропом) географических условиях, которые на самых ранних стадиях развития человека могли заметно влиять на скорость и направление этого развития.

Если переход от человекообразных обезьян к обезьяно-людям носил характер очень резкого скачка, то затем на протяжении длительного промежутка времени дальнейшая эволюция обезьяно-людей совершалась относительно плавно и привела через несколько промежуточных форм (*гейдельбергский человек*, *африкантроп* и *явантроп*) к *неандертальскому* человеку.

Неандертальцы (множество останков найдено в разных местах Европы,

Азии и Африки) – это, по современным представлениям, понятие собирательное, характеризующее группу биологических форм человека, которой свойственны значительные вариации как на всей территории их обитания, так и в течение времени их существования, хотя эти формы и можно объединить в один вид *Homo primigenius*.

Развитие различных групп неандертальцев шло по-разному. Тут имело значение и влияние географической среды, и темпы развития общественной организации. Группы неандертальцев, жившие в суровых географических условиях, замедлявших их развитие, так и не смогли превратиться в современного человека. Некоторые из них вымерли. Превратились в современного человека неандертальцы, жившие в более мягких географических условиях, во внеледниковых областях – Южной, Передней и Средней Азии, восточного средиземноморья и Восточной Африки.

Переход от неандертальца к современному человеку (*Homo sapiens*) был вторым резким скачком в истории древних людей. Переход ознаменован и отчетливым изменением морфологического типа человека, и резким изменением его материальной культуры. Впоследствии, вплоть до наших дней, несмотря на огромные преобразования культуры, биологический тип человека не испытал существенных перемен.

Общая схема эволюции семейства гоминид (по В.П. Алексееву) выглядит следующим образом.

Семейство: человечьи (*Hominidae*). Подсемейства: 1) австралопитеки *Australopithecinae*; 2) собственно люди – *Homininae*. Роды: 1) питекантропы – *Pithecantropus*; 2) человек – *Homo*. Виды: 1) человек неандертальский – *Homo neanderthalensis*; 2) человек разумный - *Homo sapiens*.

Наиболее достоверной прародиной человечества следует считать Южную и Юго-Восточную Азию, так как здесь найдены и останки скелетов высших обезьян, имеющих черты морфологического сходства с человеком, и костные останки древнейших обезьяно-людей (питекантроп, синантроп), и каменные орудия. К области очеловечивания обезьяны можно отнести также Среднюю Азию, Кавказ, Переднюю Азию, юг Европы и Северо-Восточную Африку (обнаружены останки гейдельбергского человека, африкантропа, неандертальского человека). Что касается обеих Америк и Австралии с Океанией, то они не входят в область становления первобытного человека и были заселены уже человеком современного вида: Америка (через Берингов пролив из Азии) около 10-25 тыс. лет назад, Австралия (из Индонезии) не менее чем за 9 тыс. лет до нашего времени.

11.2. Основные расы

Все современное человечество с антропологической точки зрения представляет собой один сборный вид *Homo sapiens* – человек разумный; хотя между некоторыми группами человечества есть внешние отличия. Физические (телесные) различия у людей касаются только наружных, поверхностных признаков и, например, не затрагивают даже таких физических особенностей,

как строение руки, мозга, позвоночника, грудной клетки, стопы и т.д. Телесные различия не играют никакой роли в истории человеческого общества, но они складываются исторически и связаны с теми территориальными группами человечества, для которых они характерны. Территориальные комплексы телесных особенностей человека образуют *антропологические типы*. Группы антропологических типов, которые возникли внутри единого по своему происхождению человечества в процессе первоначального освоения человеком области своего обитания и приспособления к различной географической среде, называются расами (от арабского «рас» - голова, начало, корень; итал. *razza* – племя) (С.В. Калесник, 1955).

Расы человека – исторически сложившиеся группы людей, связанные единством происхождения, которое выражается в общих наследственных морфологических и физиологических признаках, изменяющихся в определенных пределах (Энциклопедический справочник. Весь мир: расы, народы, нации и народности, 2000).

Под понятие расовых признаков подходят не любые телесные особенности, а только те, которые 1) носили приспособительный характер и 2) возникли в очень древние времена, когда биологические законы адаптации имели еще над человеческим обществом некоторую власть. Таким образом, раса – это историческая категория. Процесс расообразования происходил в палеолите и мезолите, т.е. он уже давно закончился, и расовые признаки в позднейших и современных антропологических типах существуют в форме своеобразных реликтов. Расовые черты, таким образом, не только поверхностны, не существенны для истории человека, но и хронологически ограничены в своем формировании. С древнейших времен сложилось два очага расообразования: западный, очень обширный (Северо-Восток Африки и вся Передняя Азия) и восточный, менее крупный, расположенный на территории Китая.

К числу важнейших морфологических признаков, совокупность которых позволяет отличить одну расу от другой, относятся: характер волосяного покрова, окраска кожи (деление современного человечества на «белую», «желтую» и «черную» расы), волос и глаз, толщина губ, строение лицевой части головы, различия в пропорции тела, особые линии (борозды) на ладонях и подошвах и т.д. Учитываются также и некоторые физиологические особенности организма, так называемые, «скрытые» признаки: группы крови, содержание в тканях микроэлементов, белки сыворотки, строение зубов и т.д.

Различают три первичные, или большие, расы, к ним относятся: 1) экваториальная или негро-австралоидная; 2) европеоидная или евразийская; 3) монголоидная или азиатская. Многие исследователи вместо единой экваториальной расы выделяют две самостоятельные экваториальные расы: негроидную (африканскую) и австралоидную (океанийскую). Внутри больших рас имеются более дробные расовые подразделения. В их классификации выделяются: ствол (2), ветвь (5), локальная раса (25), группа популяций.

Для представителей *экваториальной расы* характерны: курчавые черные волосы; интенсивно пигментированная темно-коричневая кожа; карие глаза;

умеренно выступающие скулы; средняя уплощенность лица; сильно выдающиеся челюсти; слабо выступающий широкий нос, часто с поперечно расположенными ноздрями; толстые губы; слабое или среднее развитие третичного волосяного покрова. Негроидные признаки наиболее выражены у населения, живущего в Африке, к югу от Сахары, известного под собирательным и неточным названием «негры». Негроидная раса состоит из трех групп: негры, негрилли (характерны для Центральной Африки, отличаются низким ростом), бушмены и готтентоты (Южная Африка, негроидные черты сочетаются с отдельными монголоидными чертами).

Европеоиды отличаются волнистыми или прямыми мягкими волосами разных оттенков; светлой или смуглой кожей; большим разнообразием окраски радужной оболочки глаз (от карих до светло-серых и голубых); сильным развитием третичного волосяного покрова (в частности, бороды у мужчин); слабым или средним выступанием скул; незначительным выступанием челюстей; узким выступающим носом с высоким переносьем; тонкими или средней толщины губами. Европеоиды, очаг формирования которых относят к Юго-Западной Азии, Северной Африке и Южной Европе, могут быть поделены на три главные группы:

- южную – со смуглой кожей, преимущественно темными глазами и волосами;

- северную – со светлой кожей, значительной долей серых и голубых глаз, русых и белокурых волос;

- промежуточную, для которой характерна среднеинтенсивная пигментация.

По окраске кожи, волос и глаз, по строению лицевого скелета и мягких частей лица, по пропорции мозговой части черепа, часто выражаемой головным указателем (процентным отношением наибольшей ширины головы к ее длине), и по некоторым другим признакам среди европеоидов выделяют различные расы второго порядка.

Южных европеоидов в целом, учитывая их ареал, называют индо-средиземноморской расой. Среди относительно длинноголовых популяций этой расы выделяют: средиземноморскую на западе и индо-афганскую на востоке. В составе короткоголовых южных европеоидов различают: адриатическую, или динарскую, расу (Балканский полуостров и восточный берег Адриатического моря); переднеазиатскую, или арменоидную (армяне и некоторые другие группы населения Юго-Западной Азии) и памиро-ферганскую (таджики, часть узбеков).

Промежуточных по пигментации европеоидов, большей частью короткоголовых, подразделяют на следующие расы: альпийскую (Швейцария, Франция, Германия, Австрия, Италия), среднеевропейскую (Центральная, отчасти Восточная Европа), восточноевропейскую (Восточная Европа, Сибирь и Дальний Восток).

Высокорослых средне-длинноголовых светлых европеоидов раньше описывали под названием северной, или нордийской (балтийской) расы. Некоторые ученые всех светлых европеоидов подразделяют на: северо-

западных (атланти-балтийская раса, к которой относится население Великобритании, Нидерландов, северных районов Германии, скандинавских стран, Латвии и Эстонии) и северо-восточных (беломорско-балтийская раса, распространенная в Северо-Восточной Европе среди северных русских, карелов, вепсов и др.).

Для *монголоидов* характерны: прямые, часто тугие (жесткие) волосы; слабое развитие третичного волосяного покрова; желтоватый оттенок кожи; карие глаза; уплощенное лицо с сильно выделяющимися скулами; узкий или среднеширокий нос, часто с низким переносьем; наличие эпикантуса (вертикальная кожная складка, прикрывающая внутренний угол глаза, где находится слезный бугорок).

Большая монголоидная раса состоит из двух основных групп: азиатской и американской (индейцы, эскимосы, алеуты). У американских индейцев общий монголоидный облик сглажен, эпикантус встречается редко, нос выступает обычно сильно.

Монголоиды Азии делятся на две основные группы: континентальную и тихоокеанскую (корейцы, северные китайцы). Континентальные монголоиды отличаются от тихоокеанских менее интенсивной пигментацией, большей массивностью скелета, более широким лицом, более тонкими губами.

Континентальные монголоиды делятся на: арктическую расу (эскимосы, чукчи, коряки), североазиатскую (эвенки, эвены, юкагиры, некоторые группы якутов и бурят), центральноазиатскую (монголы, буряты, якуты, тувинцы, южные алтайцы), дальневосточную (китайцы, корейцы).

Австралоидная раса до недавнего времени не входила в число больших рас – объединялась с негроидной в одну большую экваториальную расу (негро-австралоидную). Австралоиды в подавляющем большинстве своем имеют: темную окраску кожи; широкий нос; толстые губы. Это сближает их с негроидами, но некоторые австралоидные группы отличаются от последних: волнистыми волосами (австралийцы-аборигены, веддоиды); сильным развитием третичного волосяного покрова (австралийцы); ослабленной пигментацией (айны).

Большая Австралоидная раса состоит из следующих ветвей: австралийцы-аборигены, папуасы и меланезийцы, веддоиды, айны, негритосы. У папуасов и меланезийцев, имеющих достаточно выраженные австралоидные черты, волосы, также как и у негроидов курчавые. Папуасы отличаются от меланезийцев формой носа – с горбинкой. Негритосы напоминают меланезийцев, но крайне низкорослы. Веддоиды выделяются малым ростом, слабым развитием бороды, надбровных дуг. Генетически связаны с другими австралоидами, но резко отличаются от них по общему облику айны. Для них характерны отдельные особенности различных больших рас: европеоидные – светлая кожа и очень развитый третичный волосяной покров; австралоидные – широкий нос и покатый лоб, монголоидные – уплощенность лица и наличие эпикантуса.

11.3. Антропосфера – современное состояние географической

оболочки

Человечество — часть природы и для существования ему необходимо обмениваться с природой разнообразными видами энергии и вещества. Этот обмен осуществляется как в биологической форме, так и в форме производственной деятельности на сложном фоне психологических и социальных отношений. Периодизация развития техники, экономики, информационного обмена, культуры, искусства и изменения форм воздействия человеческого общества на биосферу показана на рис. 80.

В настоящее время сформировалась целая система понятий, обозначающих те стороны географической оболочки, которые взаимодействуют с человечеством или используются им для удовлетворения своих потребностей. Из рис. 81, на котором образно представлено соотношение основных понятий, видно их относительное соподчинение; чем больше площадь круга, тем выше объем понятия.

Наиболее широкое толкование антропосферы — этап эволюции географической оболочки, для функционирования, динамики, развития которой характерна высокая роль деятельности человечества.

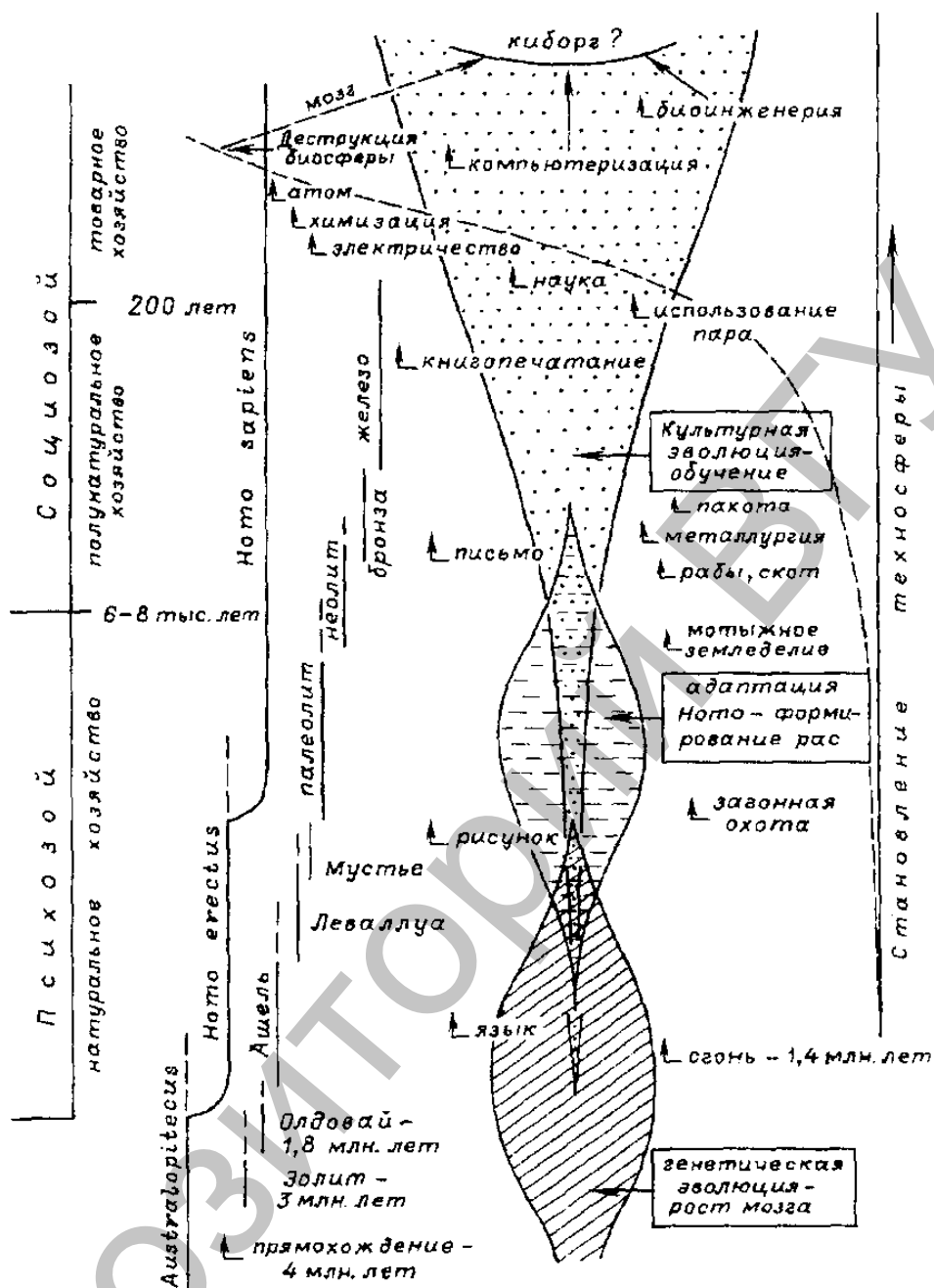


Рис. 80. Схема эволюции человеческого общества, его производительных сил, информационных возможностей и возрастающего воздействия на биосферу (по В. А. Зубакову).

Антропосфера в такой трактовке является общенаучным понятием. Термин «ноосфера», используемый в ряде работ для обозначения того же этапа эволюции географической оболочки — биосферы, кажется нам менее подходящим, ибо он акцентирует внимание на разумной стороне деятельности (греч, noos — «разум», sphairie — «шар»). В то время как известно, что значительная часть воздействий на географическую оболочку являются побочными, т.е. возникают стихийно и вне разумных задач, которые ставились человечеством. Поэтому, чтобы не вводить в заблуждение относительно истинного происхождения воздействий человечества на природу, не следует называть вес воздействия «ноогенезом». Мы будем

считать, что понятие «ноосфера» уже, чем антропосфера. Человечество только стремится к тому, чтобы придать природопользованию разумный характер, и общее земледевие должно сыграть в этом немаловажную роль.

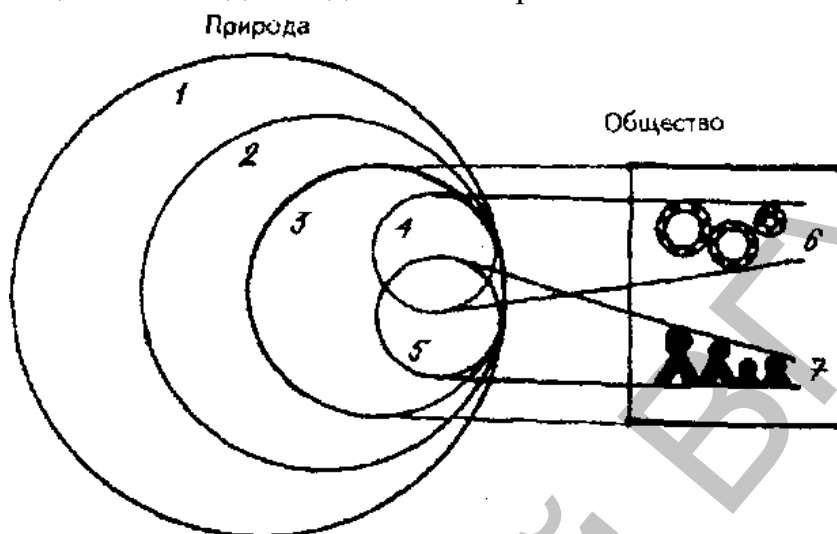


Рис. 81. Соотношение объема понятий, характеризующих систему «природа — общество» (по В. С. Преображенскому).
 1 — географическая оболочка; 2 — биосфера; 3 — географическая среда общества; 4 — техносфера; 5 — экологическая среда; 6 — техника; 7 — человек (демосфера).

Современная антропосфера — глобальная природно-техническая система. В ней возникают процессы, не характерные для естественного состояния географической оболочки. Это связано с тем, что возможности техники и масштабы хозяйственной деятельности человечества превысили некоторый критический уровень, исчерпали буферные возможности природной среды и стали причиной новых процессов планетарного масштаба. Формируется новое состояние природной среды, которое не имело аналогов в прошлом, — состояние антропосферы.

Еще более ста лет назад, когда и ученые, и инженеры говорили о покорении природы, Ф. Энгельс отмечал, что человек не должен властвовать над природой так, как завоеватели над чужим народом. Господство человека над природой, говорил он, состоит в том, что, в отличие от других существ, человек умеет познавать ее законы и правильно их применять.

Чтобы избежать неразумных действий во взаимоотношениях с природой, мы прежде всего должны отчетливо понять: а какими должны быть наши разумные действия? Как избежать стихийности в воздействиях на природу? Куда и как направлять наши усилия?

Для решения этой научной задачи — куда направлять наши воздействия, чтобы уберечь природную среду от деградации, — недостаточно экспериментальных изысканий, хотя анализ опыта воздействий на природные процессы, накопленного за человеческую историю, очень поучителен. К тому же крайне трудно и рискованно экспериментировать с

географической оболочкой в целом — неудачный эксперимент может погубить человечество. Эти ограничения и затруднения можно преодолеть только на пути более глубокой разработки теоретических основ управления процессом ноогенеза. Создание такой теории — задача конструктивного землеведения.

Географическая оболочка в любом ее состоянии — биокосная система, спаянная воедино биологическим круговоротом вещества и энергии. Особая роль живых организмов, исключительное значение жизни заставляют рассматривать ее, анализируя современное и будущие состояния, прежде всего биоцентрически и антропоцентрически — с позиций сохранения организмов и условий существования человека. В то же время должна быть очевидной ограниченность таких подходов: чтобы сохранить жизнь, необходимо прежде всего удержать в определенных границах изменения среды обитания, т.е. самой географической оболочки.

Тема 12. Экологические проблемы географической оболочки

С появлением человека на Земле возникло его воздействие на окружающую среду. В занятиях охотой, животноводством, земледелием, вырубкой леса и строительством ирригационных сооружений возможности человека были ограничены, и он незначительно, но изменял природный ландшафт. С возрастанием численности населения усиливается и его воздействие на природную среду, достигшее в настоящее время непредвиденных масштабов.

На рубеже 60-70-х годов прошлого века, сформировалось понятие о глобальных проблемах человечества, которые:

во-первых, касаются всего человечества, затрагивая интересы и судьбы всех стран, народов и социальных слоев;

во-вторых, приводят к значительным экономическим и социальным потерям, а в случае их обострения могут угрожать самому существованию человеческой цивилизации;

в-третьих, требуют для своего решения сотрудничества в общепланетарном масштабе, совместных действий всех стран и народов.

В 80-е годы в глобалистике сложилась классификация глобальных проблем, исходящая из их подразделения на три большие группы.

В первую группу стали включать проблемы, связанные с основными социальными общностями человечества: разоружение и предотвращение новой мировой войны, преодоление разрыва в уровнях социально-экономического развития между экономически развитыми и развивающимися странами, обеспечение занятости экономически активного населения и другие.

Ко второй группе стали относить проблемы, связанные с отношениями в системе «человек-общество»: эффективное использование достижений НТР, развитие культуры, образования, здравоохранения и др.

Третья группа вобрала в себя проблемы, связанные с отношениями в системе «человек-природа»: сохранение и восстановление экологического

равновесия, обеспечение потребностей человечества в природных ресурсах, использование ресурсов Мирового океана, мирное освоение космического пространства и др.

Характеризуя общее состояние окружающей природной среды, ученые разных стран обычно употребляют такие определения, как «деградация глобальной экологической системы», «экологическая дестабилизация», «разрушение природных систем жизнеобеспечения» и т.п. В последних докладах американского Института всемирного наблюдения («Уорлдуотч») прямо говорится о «страшной» экологической ситуации, складывающейся в мире. Примерно таких же оценок придерживаются российские ученые-экологи, географы, представители других наук: В.И. Данилов-Данильян, Н.Н. Моисеев, В.М. Котляков, Н.Ф. Реймерс, В.С. Преображенский, К.С. Лосев и многие другие.

Н.Ф. Реймерс дал следующее определение экологического кризиса: «Экологический кризис – это напряженное состояние взаимоотношений между человечеством и природой, характеризующееся несоответствием развития производительных сил и производственных отношений в человеческом обществе ресурсно-экологическим возможностям биосферы. Характеризуется не просто и не столько усилением воздействия человека на природу, но и резким увеличением влияния измененной людьми природы на общественное развитие».

12.1. Экологические проблемы литосферы

В современную эпоху колоссальных созидательных и разрушительных возможностей общества насущной необходимостью становятся знания о взаимодействии человечества с литосферой – не только источником ресурсов, но и вещественно-морфологическим фундаментом жизнедеятельности людей. Активная производственная деятельность человека непосредственно связана с верхней частью литосферы, характеризующейся, прежде всего, свойствами горных пород. Как известно, подземное строительство (тоннели, метрополитен, АЭС и т.п.) осуществляют на глубинах до 100 и более метров, максимальная глубина карьеров достигает 1 км, шахт – 4 км, эксплуатируемых скважин – 7 км, промышленных подземных ядерных взрывов – 2,4 км. Бурение самой глубокой в мире Кольской скважины было приостановлено на отметке 12 262 м.

Основные техногенные воздействия на литосферу проявляются в виде открытых (карьеры, разрезы), подземных (шахты, штольни), скважинных разработок полезных ископаемых. Они приводят к различным локальным и региональным изменениям литосферного пространства. Например, возникают трансформации физико-механических свойств горных пород (разуплотнения, сдвигения, обрушения, уплотнения, изменения температуры), мульды проседания земной поверхности, техногенные отложения (отвалы, терриконы). Крупные карьеры на Урале, в Казахстане, Сибири, в европейской части России имеют глубины более 150-200 м. Максимальная глубина карьера на горе Благодать (Урал) – 800 м, карьеры по добыче алмазов в Якутии достигают

глубины 400 м, их диаметр на поверхности доходит до 2 м. Длина карьеров различна – от сотен метров до 8 км, а ширина достигает 4 км. Например, размеры Железногорского карьера (Курская магнитная аномалия) на поверхности составляют 2 x 3,6 км при глубине более 100 м. Площадь отдельных карьерных полей достигает 30 км².

Мировой объем ежегодно перемещаемых горных пород в результате производственной деятельности оценивают в 10 тыс. км³, т.е. масса их составляет не менее 20 трлн. т. При этом около 98% добываемых в литосфере материалов уходят в отвалы, и лишь 2% непосредственно используют в производстве продукции.

Широко распространены оседания поверхности литосферы в связи с водопонижением. Известны максимальные опускания поверхности литосферы в результате отбора подземных вод: в Мехико – до 9 км, в Токио – до 7, в Амагасаки – до 3,1 в Осаке – до 2,2, в Техасе – до 1,2, в Москве – до 0,35, Лондоне – до 0,3 м. В результате отбора для орошения 20 км³ подземных вод за 1940-1967 гг. оседание земной поверхности на отдельных участках в центре Аризоны (США) составило 2-2,3 м.

Вследствие образования больших котлованов, карьеров, карьерных полей, взрывообразного роста городов возникает *геотехноморфогенная изостазия*, т.е. изменение равновесного состояния земной коры в результате техногенного изъятия или привнесения значительных масс вещества. Например, инструментально установлена московская городская «чаша оседания» (до 1 м и более), сформировавшаяся под влиянием массы зданий и других сооружений и обрамленная кольцевой зоной шириной 10-30 км компенсационных поднятий.

Для Хибин установлено, что после того, как масса изъятия горной породы превысила 200 млн. т, возросли темпы поднятий поверхности литосферы. Всего в Хибинах уже извлечено 1360 млн. т руды. Вероятны проявления такого рода поднятия поверхности литосферы в Канско-Ачинском и Печорском бурогольных бассейнах.

Известны факты усиления сейсмической активности после строительства крупных водохранилищ в Евразии и Северной Америке. Вследствие сжигания горючих минеральных ископаемых из литосферы в атмосферу поступает около 6 млрд. т углерода в год. Роль мировой хозяйственной деятельности человека в сносе твердого материала с суши в океан оценивают в 60% от общей величины денудации – совокупности процессов сноса и переноса (водой, ветром, льдом, непосредственным проявлением силы тяжести) продуктов разрушения горных пород.

Хозяйственная деятельность людей может вызывать трансформацию режима эндогенной активности недр, способствовать возникновению крупномасштабных гравитационных аномалий. Широкое распространение получила породопреобразующая деятельность человека, существенно превышающая многие природные литогенные процессы образования осадочных горных пород. Ежегодное мировое накопление грунтов в отвалах, достигающее 200 млрд. т, в несколько раз превышает объем всего твердого

материала, перемещаемого глобальной денудацией с поверхности суши в море.

12.2. Экологические проблемы атмосферы

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

Одной из наиболее серьезных проблем, возникшей в последние десятилетия, является проблема глобального потепления климата. Климат испытывал изменения на протяжении всей истории Земли. Изменения климата имели разные временные масштабы – от 10 до 10^8 лет. Последний масштаб отвечает ледниковым периодам, а первый – современным колебаниям климата. За короткий исторический период климат в северном полушарии претерпел несколько драматических колебаний. Самым значительным из них было заметное потепление Арктики (конец XIX в. - начало XX в.). Еще более мощным явилось последнее потепление климата, природа которого в значительной степени техногенная.

Наиболее существенными факторами техногенного воздействия на климат, связанными в основном с развитием энергетики, промышленности, сельского хозяйства и других отраслей являются следующие:

- изменение газового состава атмосферы вследствие выбросов в нее продуктов сжигания органического топлива – углекислый газ, окислы азота, фреоны, метан, озон и др.;

- изменение аэрозольного состава атмосферы вследствие поступления в нее сажи, продуктов сгорания в виде соединений серы, др. частиц, в результате воздействия на почву и т.д.;

- поступление в атмосферу либо в воды суши и океана непосредственно тепловой энергии – тепловых выбросов;

- изменение структуры (альбедо и свойств шероховатости) подстилающей поверхности.

Наибольшее значение имеет первая из указанных причин техногенного изменения климата. Особенно важен рост содержания в атмосфере за счет техногенной деятельности следующих парниковых газов: водяного пара, двуокиси углерода (CO_2), метана (CH_4), оксида азота (N_2O) и фреонов.

Ежегодно в атмосферу выбрасывается около 60 млн. т твердых частиц, которые способствуют образованию смога и затрудняют видимость в атмосфере. Диоксид серы и оксиды азота служат главным источником образования кислотных осадков. Большое воздействие на газовый состав атмосферы оказывает увеличение концентрации оксида углерода (на 1% в год) и метана (на 0,5% в год). Почти $\frac{2}{3}$ всех мировых выбросов этих загрязнителей приходится на экономически развитые страны Запада и США.

Но еще более опасный и масштабный эффект экологического кризиса связан с воздействием на нижние слои атмосферы так называемых парниковых газов, и, прежде всего, диоксида углерода и метана. Диоксид углерода

поступает в атмосферу как в результате разрушения биоты человеком, при котором она распадается на воду и углекислый газ ($\frac{1}{3}$ всех поступлений), так и вследствие сгорания минерального топлива ($\frac{2}{3}$). Уничтожение лесов также действует как источник CO_2 .

Источниками поступления в атмосферу метана служат сжигание биомассы, некоторые виды сельскохозяйственного производства (распашка земель, расширение рисовых плантаций), утечка его из нефтяных и газовых скважин. Концентрация CO_2 в атмосфере, по данным конференции в Рио-де-Жанейро, на 2000 г. составляет 0,038% (в 1960 г. – 0,032%). Скорость роста составляет 1,5-1,8 (частиц CO_2 в миллионе, т.е. 0,00015%) в год. При удвоении значений концентрации углерода, в отсутствии каких-либо других изменений, увеличение средней глобальной температуры земной поверхности составит 1,5-4,5 $^{\circ}\text{C}$, что вызовет таяние ледников и полярных льдов, поднимет уровень Мирового океана, создаст угрозу для сотен миллионов жителей прибрежных районов и полностью затопит некоторые острова, обусловит развитие и других негативных процессов, прежде всего – опустынивания земель. По подсчетам ученых средняя температура Земли к 2000 г. составила 15,5 $^{\circ}\text{C}$ (в 1970 г. – 14,9 $^{\circ}\text{C}$), наибольший рост температуры отмечен в северной части Тихого океана (0,75 $^{\circ}$ за 100 лет) и в северной Америке (0,57 $^{\circ}$ за 100 лет).

Техногенная гипотеза образования «озоновой дыры» связана с увеличением содержания в атмосфере искусственных химических соединений – фреонов (хлорфторкарбоны). Поступают они из аэрозольных упаковок, бытовых холодильников, рефрижераторов, выбросов химических заводов. Эти соединения поднимаются вверх, при их разложении образуется свободный хлор, разрушающий озон.

12.3. Экологические проблемы гидросферы

Основная экологическая проблема гидросферы – загрязнение океана. Загрязняющими веществами являются сточные воды, нефть, химические вещества, мусор, радиоактивные отходы. Общий глобальный объем сточных вод в начале 90-х годов достиг 1800 км³. Эта цифра может показаться не такой уж большой, но необходимо учитывать, что для разбавления загрязненных сточных вод до приемлемого к употреблению уровня на единицу объема требуется от 10 до 100 (иногда до 200) единиц чистой воды. В результате использование водных ресурсов для разбавления и очищения сточных вод стало самой крупной статьей их расходования. В первую очередь это относится к Азии, Северной Америке и Европе, на долю которых приходится более 90 % всего мирового сброса сточных вод.

Нефтяное загрязнение отрицательно сказывается прежде всего на состоянии морской и воздушной среды, поскольку нефтяная пленка ограничивает газо-, тепло- и влагообмен между ними. Ежегодно в Мировой океан попадает примерно 3-5 млн. т нефти и нефтепродуктов: природные источники – 250 тыс. т; танкерные операции и аварии – 700 тыс. т + 400 тыс. т; другие виды транспорта – 400 тыс. т; бытовые отходы – 700 тыс. т;

промышленные отходы – 300 тыс. т; утечка – 200 тыс. т; из атмосферы – 300 тыс. т. Нефть отрицательно воздействует на все группы морских организмов, особенно живущих у поверхностной пленки воды. Нефтяные углеводороды концентрируются в поверхностном слое воды (до 1 мм). По всей акватории Мирового океана в этом слое содержится 2 млн. т нефти. Особенно загрязнены нефтью тропические и субтропические широты в Атлантическом океане. В Саргассовом море концентрация углеводородов достигает до 180 мг/м². В Тихом океане покрыты нефтяной пленкой большие площади в Южно-Китайском и Желтом морях. Нефтяная пленка разливается слоем толщиной в 1 молекулу, поэтому 1 кг нефти разливается на площади в 1 га (планктон погибает при концентрации нефти более 1 мг/л воды).

Глобальный характер носит проблема обеспеченности человечества чистой питьевой водой. Около 1,3 млрд. человек пользуются в быту только загрязненной водой, что служит причиной многих эпидемических заболеваний. Обеспеченность водными ресурсами на душу населения снизилась с 11 тыс м³/год (70-е годы) до 6,5 тыс. м³/год (конец XX в.). Неравномерность распределения населения и водных ресурсов по земному шару приводит к тому, что в некоторых странах ежегодная обеспеченность населения ресурсами пресной воды снижается до 1000-2000 м³/год (страны Южной Африки) или повышается до 100 тыс. м³/год (Новая Зеландия). В таких обильных водой и малонаселенных районах, как Аляска, обеспеченность водными ресурсами на душу населения даже превышает 2 млн. м³/год.

Международное сообщество активно ведет поиск путей эффективной охраны морской среды; в настоящее время существует более 100 конвенций, соглашений, договоров и других правовых актов, которые регулируют различные аспекты, обуславливающие предотвращение загрязнения Мирового океана. В формировании нового международно-правового режима Мирового океана ведущее место занимает конвенция ООН по морскому праву (1982), включающая комплекс проблем охраны и использования Мирового океана в современных условиях.

12.4. Экологические проблемы биосферы

Одно из главных последствий экологического кризиса на планете выражается в оскудении ее генофонда, уменьшении биологического разнообразия. Биологическое разнообразие Земли по самым скромным подсчетам оценивается в 10-20 млн. видов, и, тем не менее, урон данной сфере уже достаточно ощутим. Средняя продолжительность существования вида составляет 4 млн. лет. Ученые считают, что за год естественным путем исчезают четыре вида, однако за антропогенный период скорость исчезновения видов резко увеличилась: в год исчезают десятки видов. Это происходит из-за разрушения среды обитания растений и животных, чрезмерной эксплуатации сельскохозяйственных ресурсов, загрязнения окружающей среды. Согласно американским источникам за последние 200 лет на Земле исчезло около 900 тысяч видов растений и животных. Во второй половине XX в. – начале XXI в.

процесс сокращения генофонда резко ускорился. В Международную Красную книгу включены 236 видов млекопитающих, 287 – птиц, 119 видов пресмыкающихся, 36 видов земноводных.

Конференция ООН по окружающей среде и развитию (2000) среди других важнейших документов приняла Конвенцию о биологическом разнообразии, основные направления которой направлены на рациональное использование природных биологических ресурсов и осуществление действенных мер по их сохранению.

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. Процесс обезлесения выражается в сокращении площади под естественной растительностью, прежде всего лесной и приводит к аридизации климата, эрозии почв, опустыниванию. По существующим оценкам лесами было покрыто 62 млрд. га суши, а с учетом кустарников и перелесков – 75 млрд. га, или 56 % всей ее поверхности. В результате продолжающегося уже 10 тыс. лет сведения лесов их общая площадь сократилась до 40 млрд. га, а средняя лесистость – до 30 %. Однако при сравнении этих показателей нужно иметь в виду, что не тронутые человеком леса занимают в наши дни лишь 15 млрд. га – главным образом, в России, Канаде, Амазонии. В большинстве других районов все, или почти все, первичные леса были заменены вторичными, в том числе сажеными лесами. Только в 1850-1980 гг. площади лесов на Земле сократились на 15 %. В этот период происходило особенно активное наступление земледелия и животноводства, а затем и промышленно-городской застройки на леса умеренного пояса северного полушария. В настоящее время ежегодно уничтожается более 20 млн. га леса. Особенно угрожающее положение сложилось в зоне тропических лесов, где за последние десятилетия площадь лесов уменьшилась на 20-30 % (скорость вырубki тропических лесов в 15 раз превосходит их естественное восстановление). Между тем, именно эти леса называют «легкими планеты», поскольку с ними связано поступление кислорода в атмосферу, в них сосредоточено более половины всех видов флоры и фауны, представленных на Земле.

Дегградация земельных (почвенных) ресурсов в результате расширения земледелия и животноводства происходила на протяжении всей истории человечества. В результате нерационального землепользования человечество за исторический период своего существования уже потеряло 2 млрд. га продуктивных земель, что значительно превышает всю современную площадь пашни. В настоящее время в результате процессов дегградации почвы ежегодно из мирового сельскохозяйственного оборота выбывает 6-7 млн. га плодородных земель, которые превращаются в пустоши. В целом процесс дегградации почв особенно интенсивно протекает на засушливых землях, которые в совокупности занимают 6,1 млрд. га и в наибольшей мере характерны для Азии и Африки. В пределах засушливых земель находятся и главные районы опустынивания, где перевыпас скота, сведение лесов и нерациональное орошаемое земледелие

достигли самого высокого уровня. По имеющимся оценкам, общая площадь опустынивания аридных земель в мире достигает в наши дни 4,7 млрд. га. В том числе территория, на которой происходит антропогенное опустынивание, обычно оценивается в 900 млн. га, к тому же она ежегодно увеличивается на 6 млн. га. Наиболее подвержены опустыниванию пастбищные земли. В Африке, Азии, Северной и Южной Америке, Австралии и Европе опустынивание затронуло уже 70-80 % всех пастбищ, расположенных в засушливых районах. На втором месте стоят неорошаемые обрабатываемые земли (особенно в Азии, Африке и Европе), на третьем – орошаемые земли (особенно в Азии).

Охрана природы в Беларуси

В сохранении биологического разнообразия главенствующая роль принадлежит *особо охраняемым природным территориям*. Это участки земли и части водного пространства, в том числе природные комплексы, имеющие особое экологическое, научное, культурное, эстетическое, историческое значение, в отношении которых установлен особый режим охраны и использования. Согласно Закону РБ «Об особо охраняемых природных территориях и объектах» (1994), к таковым относятся: государственные заповедники, национальные парки, заказники, памятники природы, а также животные и растения, относящиеся к видам, занесенным в Красную книгу РБ.

Заповедники являются исключительно природоохранными научно-исследовательскими учреждениями государственного значения, в задачи которых входит:

- сохранение в натуральном состоянии природного комплекса, входящего в состав заповедника;
- проведение научных исследований;
- организация мониторинга окружающей среды;
- содействие в подготовке научных кадров и специалистов в области охраны природы;
- популяризация природоохранных взглядов и дела охраны природы.

В настоящее время функционируют Березинский биосферный и Полесский радиационно-экологический заповедники, общая площадь которых – 297,3 тыс га.

Национальные парки – это комплексные природоохранно-хозяйственные и научно-исследовательские учреждения, задачами которых являются:

- сохранение эталонных и уникальных природных комплексов и объектов природы;
- организация экологического просвещения и воспитания населения;
- проведение научных исследований;
- организация рекреационной деятельности;
- ведение комплексного хозяйства и др.

На территории Беларуси созданы четыре национальных парка: Беловежская пуша, Припятский, Нарочанский и Браславские озера, общая площадь – 337,5 тыс га.

Заказники определены как территории, выделенные с целью сохранения и восстановления одного или нескольких видов природных ресурсов и поддержания общего экологического баланса. В зависимости от предназначения заказники подразделяются на:

-ландшафтные, или комплексные, определенные для сохранения и восстановления особо ценных природных ландшафтов и комплексов; всего по РБ – 11 (62 тыс га);

-биологические (ботанические, зоологические) – 54 (424,3 тыс га);

-палеонтологические (сохранение отдельных ископаемых объектов и их комплексов);

-гидрологические (болотные, озерные, лесные) – 17 (108,0 тыс га).

Хозяйственная деятельность в заказниках осуществляется в такой форме, которая не наносит ущерба охраняемому объекту. Сеть заказников государственного значения дополняют заказники местного значения – 29 ландшафтных (50,2 тыс га), 21 гидрологический (36,2 тыс га), 71 биологический (201,5 тыс га) и 405 геологических (108,7 тыс га).

Объекты природно-заповедного фонда Беларуси в целом занимают площадь около 1,5 млн га (7,2% от общей площади территории страны).

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Лабораторная работа № 5

Общие черты строения земной поверхности

Опрос по теме: «Литосфера».

Задание 1. Анализ гипсографической кривой Земли (рис. 1).

Дайте ответы на следующие вопросы.

- 1). Что такое гипсографическая кривая Земли?
- 2). Какие данные необходимы для построения?
- 3). Каковы наиболее распространенные высоты и глубины Земли?
- 4). Назовите максимальные, минимальные, средние высоты поверхности земной коры.

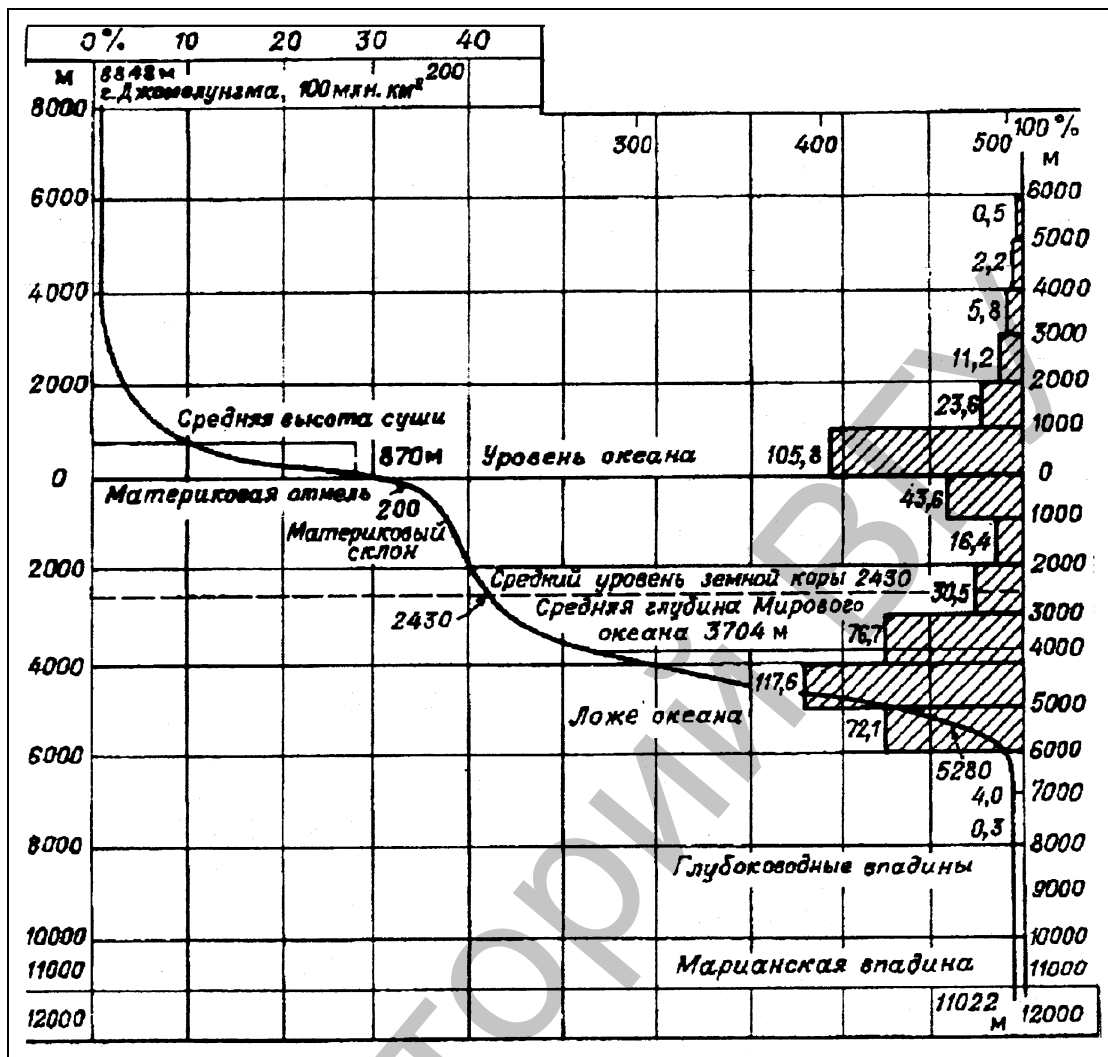


Рис. 1. Гипсографическая кривая Земли

Задание 2. Анализ распространения основных типов геотектуры и морфоструктуры суши.

Проанализируйте табл. 1.

Укажите, какие геотектуры и морфоструктуры наиболее распространены на поверхности суши, какое соотношение между ними в пределах каждого материка.

Постройте столбиковые диаграммы распространения основных типов геотектуры и морфоструктуры по материкам и суши в целом (по вариантам). Площади геотектуры покажите разным цветом, а морфоструктуры – условными знаками.

Таблица 1

Площади суши, занимаемые основными типами геотектуры и морфоструктуры, %

Типы геотектуры и морфоструктуры	Суша (без областей, занятых современными ледниковыми щитами)	Европа	Азия	Африка	Северная Америка	Южная Америка	Австралия
I. Равнинно-платформенные области:	64,0	70,3	43,0	84,1	61,0	76,6	73,8
1) цокольные равнины и плоскогорья древних платформ;	16,6	11,9	3,0	25,8	23,0	18,6	37,0
2) равнины и плато древних плит	31,0	34,5	13,8	48,4	28,8	47,8	24,3
3) равнины и мелкосопочник молодых платформ;	5,6	12,9	12,9	-	-	3,0	-
4) кряжи и плоскогорья молодых платформ;	0,3	1,9	0,3	-	-	-	-
5) краевые низменности;	8,6	8,0	9,7	9,0	9,2	3,3	11,8
6) вулканические плато.	1,9	1,1	3,3	0,9	-	3,9	0,7
II. Горные (орогенические) области:	36,0	29,7	57,0	15,9	39,0	23,4	26,2
1) горы и нагорья областей докембрийской складчатости;	3,3	-	2,8	7,2	1,7	3,4	-
2) горы и нагорья областей палеозойской складчатости;	5,8	12,8	8,6	0,6	4,3	3,3	10,1
3) горы и нагорья областей мезозойской складчатости;	6,0	-	6,0	-	23,5	0,6	-
4) горы и нагорья областей кайнозойской складчатости;	10,1	15,8	15,3	2,1	4,3	14,7	10,1
5) вулканические горы и нагорья;	1,2	0,2	4,2	3,3	5,2	1,4	2,0
6) внутриплатформенные горы;	4,4	0,9	10,6	2,7	-	-	4,0
7) межгорные равнины.	3,1	-	9,5	-	-	-	-
	100	100	100	100	100	100	100

Лабораторная работа №6
Состав, строение, свойства атмосферы.

Опрос по теме: «Атмосфера».

Задание 1. Проанализируйте рис. 1-3 и выявите особенности падения солнечных лучей на земную поверхность у полюсов и экватора.

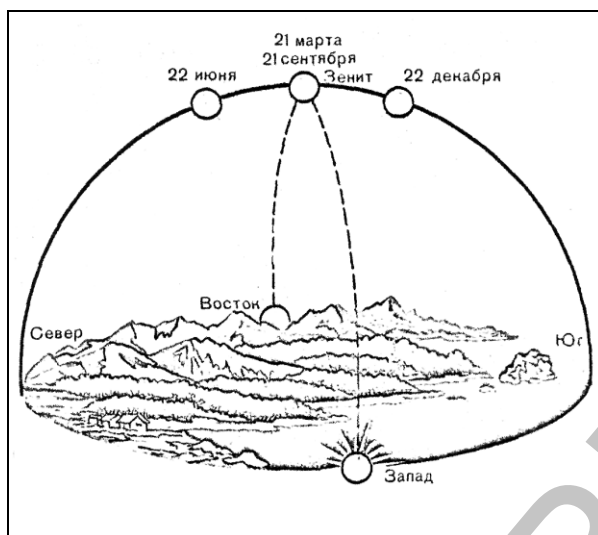


Рис. 1. Видимое движение Солнца на экваторе (Солнце в полдень – в зените).

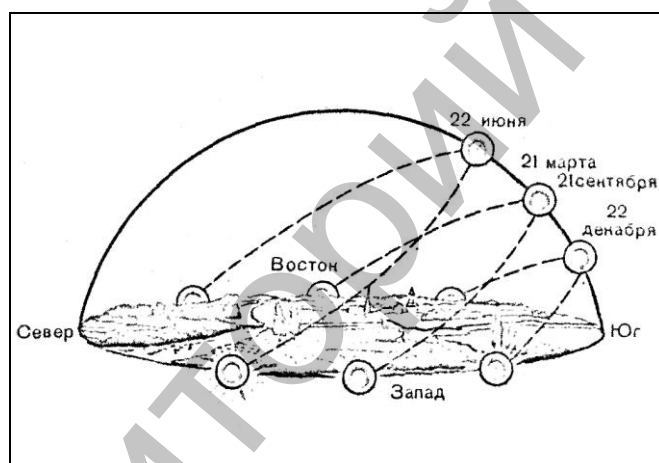


Рис. 2. Видимое суточное движение Солнца в умеренном поясе в дни солнцестояния и равноденствия (на 45° с.ш.).

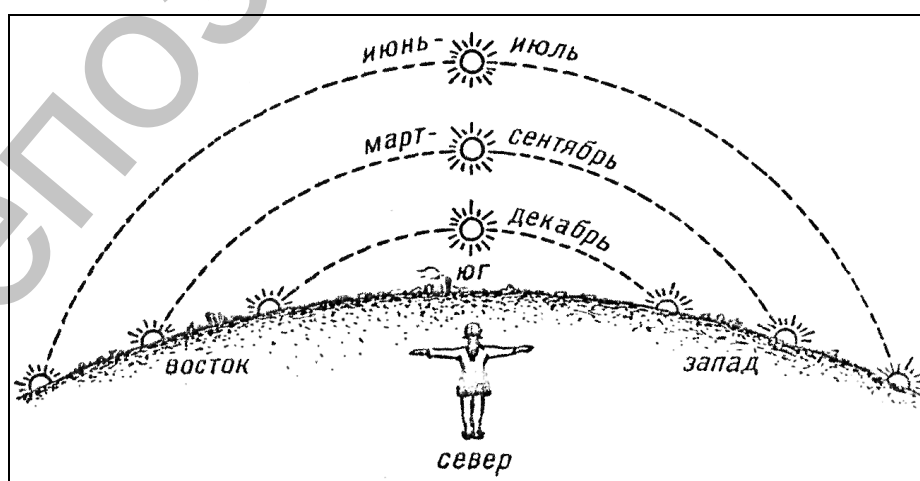


Рис. 3. Дневной путь Солнца в различное время года в Минске.

Задание 2.

А). Используя табл. 1, постройте графики распределения суточных сумм солнечной радиации, приходящей к земной поверхности при

абсолютной прозрачности атмосферы на разных широтах в дни равноденствий и солнцестояний (графики строят на одной системе координат).

Рекомендуемый масштаб: горизонтальный – в 1 см 20° ш., вертикальный – в 1 см 100 кал/см².

Таблица 1

Суточные суммы солнечной радиации (кал/см²), приходящей к земной поверхности при абсолютной прозрачности атмосферы

Дата	Широта, °									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Северное полушарие										
21.03	923	909	867	779	707	593	461	316	160	0
22.06	814	900	964	1005	1022	1020	1009	1043	1093	1110
23.09	912	898	857	789	698	586	456	312	158	0
22.12	869	756	624	480	327	181	51	0	0	0
Южное полушарие										
21.03	923	909	867	779	707	593	461	316	160	0
22.06	814	708	585	450	306	170	48	0	0	0
23.09	912	898	857	789	698	586	456	312	158	0
22.12	869	962	1030	1073	1092	1082	1078	1114	1167	1185

Б). На основании графиков сформулируйте вывод о распределении суточных сумм солнечной радиации в дни равноденствий и солнцестояний.

В). Можно ли объяснить наблюдаемое распределение суточных сумм солнечного тепла только зависимостью от угла падения лучей?

Г). На каких широтах разность между максимальным и минимальным количеством солнечного тепла, приходящего к земной поверхности, наибольшая, а на каких она наименьшая и какая именно?

Д). Где и почему суточная сумма солнечного тепла больше – на ЮП 22 декабря или на СП 22 июня?

Е). Чем объяснить, что суточные суммы солнечного тепла изменяются в день солнцестояния в летнем полушарии от экватора к полюсам неравномерно? (см. 40-50° с. и ю.ш.)?

Ж). Где и почему приходится больше солнечного тепла (кал/см²) на единицу времени (1 час) за сутки 22.06 на экваторе или на СП, а 22.12 – на экваторе или ЮП?

Лабораторная работа №7

Анализ схемы Мирового влагооборота, составление уравнений годового баланса влагооборота

Опрос по теме: «Гидросфера».

Задание 1. Анализ соотношения объема воды и активности водообмена различных частей гидросферы Земли.

Рассмотрите табл. 1.

А). Каковы соотношения объемов вод суши, Мирового океана, литосферы и атмосферы, а также соотношения между подземными, поверхностными водами и водами суши?

Б). Проанализируйте продолжительность условного водообмена (число лет, необходимых для полного возобновления объема воды).

Г). Сделайте вывод, сравнив объем воды и активность водообмена в разных частях гидросферы.

Таблица 1

Объем воды и активность водообмена различных частей гидросферы земного шара

Часть гидросферы	Объем			Продолжительность условного водообмена
	тыс. км ³	% от общего объема	% от объема пресных вод	
Мировой океан	1338 000	96,5	—	250 лет
Подземные воды	23 700	1,72	30,9	1400 и до 10 000 лет зоны многолетней мерзлоты
Ледники	26 064	1,74	68,7	9700 лет
Озера	176	0,013	0,26	17 лет
Почвенная влага	16,5	0,001	0,05	1 год
Воды атмосферы	12,9	0,001	0,037	8 суток
Болота	11,5	0,0008	0,033	5 лет
Водохранилища	6,0	0,0004	0,016	0,5 года
Реки	2,0	0,0002	0,006	16 суток

Задание 2. Анализ схемы Мирового круговорота воды.

А). Постройте схему Мирового круговорота воды. Покажите Большой и Малый круговороты.

Б). Запишите уравнения годового баланса влагооборота для океана и для суши (табл. 2).

В). Укажите на схеме и в уравнениях цифровые данные основных составляющих водного баланса.

Г). Какие оболочки земного шара связаны в процессе влагооборота и как?

Д). В чем значение Мирового влагооборота для географической оболочки?

Таблица 2

Водный баланс земного шара

Территория	Площадь, тыс. км ²	Осадки, тыс. км ³	Сток суши, тыс. км ³		Испарение, тыс. км ³
			поверхностный	подземный	
Суша, в т.ч. область внешнего стока область внутреннего стока	149000	119 110 9	45	2	72 63 9
Мировой океан	361000	458	45	2	505
Земной шар, в целом	510000	577			577

Задание 3. Анализ ресурсов пресных вод материков, формирующихся в процессе круговорота воды.

А). Используя табл. 3, постройте столбиковые диаграммы «Ресурсы пресных вод материков, формирующиеся в процессе круговорота воды».

В приходной части водного баланса укажите его расходные составляющие. Рекомендуемый масштаб: в 1 см 5000 км³/год.

Б). Дайте анализ построенным диаграммам, сравнив приход и расход влаги на континентах в абсолютных (км³/год) и относительных значениях (учитывая разные площади континентов).

Таблица 3

**Ресурсы пресных вод материков,
формирующиеся в процессе круговорота воды**

Континенты Земли	Европа	Азия	Африка	Сев. Америка	Южная Америка	Австралия	Вся суша
Площадь, млн. км ²	10,5	44,4	30,3	20,7	17,8	7,7	132,3
Элементы водного баланса км ³ /год							
Осадки	7165	32690	20780	13910	29355	3350	110305
Полный сток (подземный и поверхностный)	3110	13190	4225	5960	10380	357	38830
Валовое увлажнение территории	5120	2910	18020	9690	22715	3046	83360
Испарение	4055	19500	16555	7950	18975	2993	71475

**Лабораторная работа №8
Общие географические закономерности**

Опрос по теме: «Общие закономерности географической оболочки».

Задание 1. Заполните таблицу 1. Постройте диаграмму распространения суши и воды (%) на разных параллелях.

Таблица 1

Распределение площадей суши (млн. км²) и океана по географическим широтам

Полушарие	Широты	Площадь суши		Площадь океана	
		млн. км ²	%	млн. км ²	%
Северное	0-10	10,1		34,0	
	10-20	11,3		31,5	
	20-30	15,1		25,1	
	30-40	15,6		20,8	
	40-50	16,5		15,0	
	50-60	14,5		11,0	
	60-70	13,5		5,4	
	70-80	3,4		8,2	
	80-90	0,4		3,5	
Южное	0-10	10,4		33,7	
	10-20	9,4		33,2	
	20-30	9,3		30,9	
	30-40	4,2		32,2	
	40-50	1,0		30,5	
	50-60	0,2		25,4	
	60-70	1,9		17,0	
	70-80	8,3		3,2	
	80-90	3,8		0,1	

Задание 2. Постройте круговую диаграмму (%) соотношения площадей, занимаемых географическими поясами (табл. 2). Площади, занимаемые аналогичными поясами в северном и южном полушариях, покажите одним цветом, но разной штриховкой.

Ответьте на вопросы:

1. Какие географические пояса занимают на Земле наибольшие площади и какие – наименьшие? Почему?
2. Какие наблюдаются различия в распределении географических поясов по полушариям? Объясните их.

Таблица 2

Площади, занимаемые географическими поясами

Полушарие	Пояс	Площадь	
		млн. км ²	%
Северное	Арктический	14,45	3
	Субарктический	17,62	3
	Умеренный	53,22	10
	Субтропический	39,72	8
	Тропический	80,77	16
Южное	Субэкваториальный	38,65	7
	Экваториальный	22,07	4
	Субэкваториальный	30,11	6
	Тропический	95,10	19
	Субтропический	33,78	7

	Умеренный	34,47	7
	Субарктический	23,93	5
	Арктический	26,19	5
		510,08	100

МАТЕРИАЛ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Тема 7. Биосфера

7.1. Современные представления о биосфере

Биосфера – оболочка планеты, населенная живым веществом. Живое вещество одно из самых древних известных на Земле природных тел. В химическом строении биосферы главная роль принадлежит кислороду, углероду и водороду, составляющим по весу 96,5% живого вещества, а также азоту, фосфору и сере, которые называются биофильными.

Понятие биосферы появилось в биологии в 18 в., однако первоначально оно имело совсем иной смысл, чем теперь. Биосферой именовали небольшие гипотетические глобулы (ядра органического вещества), которые якобы составляют основу всех организмов. К середине 19 ст., в биологии уточняются позиции научных представлений о реальных органических клетках, и термин «биосфера» утрачивает свой прежний смысл. К идее биосферы в ее современной трактовке пришел Ж.-Б. Ламарк (1744-1829), основатель первой целостной концепции эволюции живой природы, однако данный термин он не использовал. Впервые в близком к современному смысле понятие «биосфера» ввел австрийский геолог Э. Зюсс, который в книге «Происхождение Альп» (1875) определил ее как особую, образуемую организмами оболочку Земли. В настоящее время для обозначения этой оболочки используются понятия «биота», «биос», «живое вещество», а понятие «биосфера» трактуется так, как его толковал академик В.И. Вернадский (1863-1945). Основной труд В.И. Вернадского «Химическое строение биосферы Земли и ее окружения» был опубликован после его смерти.

Целостное учение о биосфере представлено в его ставшей классической работе «Биосфера» (1926). В.И. Вернадский определил биосферу как *особую охваченную жизнью оболочку Земли*. В физико-химическом составе биосферы В.И. Вернадский выделяет следующие компоненты:

- *живое вещество* – совокупность всех живых организмов;
- *косное вещество* – неживые тела или явления (газы атмосферы, горные породы магматического, неорганического происхождения и т.п.);
- *биокосное вещество* – разнородные природные тела (почвы, поверхностные воды и т.д.);
- *биогенное вещество* – продукты жизнедеятельности живых организмов (гумус почвы, каменный уголь, торф, нефть, сланцы и т.п.);
- *радиоактивное вещество* (образуется в результате распада радиоактивных элементов радия, урана, тория и т. д.);
- *рассеянные атомы* (химические элементы, находящиеся в земной коре в

рассеянном состоянии);

-*вещество органического происхождения* (космическая пыль метеориты).

Учение В.И. Вернадского нацеливало на изучение живых, косных и биокосных тел в их неразрывном единстве, что сыграло значительную роль в подготовке естествоиспытателей к целостному восприятию природных систем.

С учетом современных представлений, биосфера включает оболочку Земли, которая содержит всю совокупность живых организмов и часть вещества планеты, находящуюся в непрерывном обмене с этими организмами. Иными словами *биосфера – это область активной жизни, которая охватывает нижнюю часть атмосферы, всю гидросферу и верхние горизонты литосферы.*

Структура биосферы представляет собой совокупность газообразной, водной и твердой оболочек планеты и живого вещества, их населяющего. Масса биосферы составляет приблизительно 0,05% массы Земли, а ее объем – 0,4% объема планеты. Границы биосферы определяет распространение в ней живых организмов. Несмотря на различную концентрацию и разнообразие живого вещества в разных районах земного шара, считается, что горизонтальных границ биосфера не имеет. Верхняя же вертикальная граница существования жизни обусловлена не столько низкими температурами, сколько губительным действием ультрафиолетовой радиации и космического излучения солнечного и галактического происхождения, от которого живое вещество планеты защищено озоновым экраном. Максимальная концентрация молекул озона (трехатомного кислорода) приходится на высоту 20-25 км, где толщина озонового слоя составляет 2,5-3 км. Озон интенсивно поглощает радиацию на участке солнечного спектра с длиной волны менее 0,29 мкм.

Поскольку граница биосферы обусловлена полем существования жизни, где возможно размножение, то она совпадает с границей тропосферы (нижнего слоя атмосферы), высота которой от 8 км над полюсами до 18 км над экватором Земли. Однако в тропосфере происходит лишь перемещение живых организмов, а весь цикл своего развития, включая размножение, они осуществляют в литосфере, гидросфере и на границе этих сред с атмосферой (только споры и бактерии заносятся на высоту до 20 км, в толще литосферы на глубине 4,5 км в скважинах найдены только анаэробные бактерии).

В состав биосферы полностью входит вся гидросфера (океаны, моря, озера, реки, подземные воды, ледники), мощность которой составляет 11 км. Наибольшая концентрация жизни сосредоточена до глубины 200 м, в так называемой *эвфотической зоне*, куда проникает солнечный свет и возможен фотосинтез. Глубже начинается *дисфотическая зона*, где царит темнота и отсутствуют фотосинтезирующие растения, но активно перемещаются представители животного мира, непрерывным потоком опускаются на дно отмершие растения и останки животных.

Нижняя граница биосферы в пределах литосферы лежит в среднем на глубине 3 км от поверхности суши и 0,5 км ниже дна океана (верхний слой земной коры с давлением 4×10^7 Па и температурой 100°C).

Возникновение жизни и биосферы представляет собой крупнейшую

проблему современного естествознания. Можно говорить о двух гипотезах – о возникновении (самозарождении) жизни и о появлении жизни из космоса.

Согласно *первой гипотезе о самозарождении жизни на Земле* на поверхности безжизненной планеты происходил медленный абиогенный синтез органических веществ, которые образовались из вулканических газов при разрядах молний. Примитивные организмы сформировались из белковых структур в конце раннего архея, около 3 млрд. лет назад. Первые одноклеточные организмы, способные к фотосинтезу, возникли около 2,7 млрд. лет назад, а первые многоклеточные – не менее чем на 1 млрд. лет позже. В условиях отсутствия озонового экрана жизнь могла развиваться только в прибрежных частях морей и внутренних водоемах, на дно которых проникал солнечный свет. Из органических соединений возникали высокомолекулярные системы, взаимодействующие со средой, благодаря эволюции они приобретали свойства живых организмов.

Сейчас на первое место вышла *космохимическая гипотеза происхождения жизни в пределах Солнечной системы* (теория панспермии). Есть данные, свидетельствующие о том, что жизнь существовала на Земле намного раньше, чем 3 млрд. лет (по А.И. Опарину). Наиболее древним участком земной коры является комплекс Иссуа в Западной Гренландии, возраст которого не менее 3,8 млрд. лет. В горных породах Иссуа обнаружены явные следы геохимического характера, указывающие на присутствие биосферы с фотоавтотрофными организмами, следовательно, на существование жизни в это время. Однако автотрофным организмам должны предшествовать гетеротрофные, как более примитивные, поэтому начало жизни отодвигается за пределы даты в 4 млрд. лет, т.е., возможно, что жизнь на Земле существует столько же времени, сколько и сама планета. Получены данные, указывающие на существование жизни в космических условиях – обнаружены органические соединения в метеоритах и осколках астероидов, исследованиями подтверждено их биогенное происхождение. вероятно, образование органических соединений в Солнечной системе на ранних стадиях ее эволюции было типичным и массовым явлением.

Длительное время жизнь размещалась по планете «пятнами», «пленка жизни» была прерывистой. Широкому и быстрому распространению жизни на Земле способствовали удивительная приспособляемость организмов к среде, разнообразие видов и поразительные потенциальные возможности размножения. Разнообразие видов живых организмов обеспечило заполнение всех экологических ниш. Микроорганизмы найдены в промерзающих почвах и в воде с температурой 100⁰С, они переносят большую концентрацию кислот, существуют в щелочной среде, микроорганизмы найдены в теплоносителях атомных реакторов.

На границе атмо-, гидро- и литосферы сконцентрирована наибольшая масса живого вещества планеты, и эта земная оболочка названа *биостромом* (биогеосферой), или *пленкой жизни*. Только в ее пределах возможны жизнедеятельность и существование человека. Синонимами биогеосферы являются «эпигенема» (Р.И. Аболин), «витасфера» - сфера жизни (А.Н.

Тюрюканов и В.Д. Александров), «биостром», «фитогосфера» (Е.М. Лавренко), «фитосфера» (В.Б. Сочава), «биогеоценотический покров» (В.Н. Сукачев) и другие близкие по содержанию термины.

В структурном отношении биостром складывается из фитострома, зоострома и микробиострома. *Зоостром* в создании органического вещества не участвует. Роль *микробиострома* в этом процессе невелика и осуществляется с помощью некоторых, в основном водных, фотосинтезирующих бактерий, хемосинтезирующих бактерий (растущих за счет химического окисления неорганического вещества) и сероводородоокисляющих бактерий (обитают в гидротермальных источниках или вблизи их на разных глубинах Океана, включая абиссаль). Основным продуцентом, создателем первичного органического вещества, был и остается *фитостром*. Он создает его в процессе фотосинтеза в дневные часы, закрепляя в себе в форме потенциальной энергии пищи часть энергии солнечного света.

В.И. Вернадский выделил две формы концентрации живого вещества: жизненные пленки и сгущения жизни. Жизненные пленки, занимающие огромные пространства, приурочены к границам раздела фаз. В частности, отличительной особенностью *океанического биострома* является наличие в нем двух пленок жизни: *водно-поверхностной (эвфотической или планктонной)* и *донной*. *Планктонная пленка* приурочена к эвфотической зоне Мирового океана, границе соприкосновения атмосферы и гидросферы, где с помощью фотосинтеза фитопланктон создает органическое вещество – пищу для подавляющей части организмов на всех глубинах океана. *Донная пленка жизни* занимает дно (бенталь) океана (заселен бентосом), находится на разделе жидкой и твердой фаз вещества. Водно-поверхностный и донный слои биострома вблизи берегов, на мелководье, смыкаются, образуя здесь единый океанический биостром, отличающийся в равной мере богатым и разнообразным планктоном и бентосом.

На суше существуют две пленки жизни – *наземная и почвенная*. *Наземная пленка* (наземный биостром) находится на поверхности почвы и полностью включает растительный покров (фитостром) и животное население суши (зоостром и микробиостром). *Почвенная пленка* приурочена к тонкому поверхностному слою литосферы, преобразованному почвообразующими процессами. С позиций анализа структурных частей ГО почва представляет верхний преобразованный биостромом слой современной коры выветривания. Она – вместилище подземной части биострома, место сосредоточения корневых систем и среда обитания богатой и разнообразной фауны – от крота и слепыша, до множества беспозвоночных и микроорганизмов. На суше пленки жизни имеют непосредственный контакт, и резкой границы между ними не существует.

Живое вещество в биосфере распределено неравномерно не только по вертикали, но и по площади, образуя сгущения жизни. На суше такими сгущениями жизни являются леса, болота, поймы рек и озера; в океане выделяют следующие типы сгущения жизни: прибрежное (возникает там, где перекрываются планктонная и донная пленки жизни – побережье, шельф и

эстуарии рек); саргассовое (приурочено к участкам океана, занятым бурой водорослью саргассум); рифтовое (массовое мелководное поселение коралловых полипов и других морских организмов с твердым известняковым скелетом – Большой Барьерный риф в Тихом океане); апвеллинговое (образовано там, где ветры отгоняют теплую поверхностную воду от берегового склона в субтропических и тропических широтах, в результате чего на поверхность поднимается холодная глубинная вода, богатая биогенными элементами; чаще всего наблюдается у западных берегов континентов); абиссальное рифтовое (оазисы небольших размеров в глубоководных желобах и вне их, населенные рифтиями, полихетами, двухстворчатыми моллюсками, слепыми крабами и рыбами при полном отсутствии растений – открыто к северо-востоку от Галапагосских островов, на глубине 2450 м).

7.2. Функции живого вещества в биосфере

Суммарная биомасса *живого вещества биосферы* составляет 2-3 трл. т, причем 98% ее – это биомасса наземных растений. Биосферу населяют около 1 500 000 видов животных и 500 000 (350 000 – растений и 1 700 000 – животных по Ф.Н. Мильков, 1990) видов растений (Г.В. Войткевич, В.А. Вронский, 1989). В процессах самоорганизации биосферы живое вещество играет ведущую роль и выполняет следующие функции:

- энергетическую – перераспределение солнечной энергии между компонентами биосферы;

- средообразующую (газовую) – в процессе жизнедеятельности живого вещества создаются основные газы: азот, кислород, углекислый газ, метан и др.; живые организмы участвуют в миграциях газов и их превращениях; делятся на кислородно-диоксидуглеродную, диоксидуглеродную, азотную, углеводородную, озонную и пероксидводородную),

- концентрационную – извлечение и накопление живыми организмами биогенных элементов (кислорода, углерода, водорода, азота, натрия, магния, калия, алюминия, серы и др.) в концентрациях, в сотни тысяч раз превышающих их содержание в окружающей среде (в углях содержание углерода больше, чем в среднем для земной коры; в кораллах концентрируются карбонаты, формируется органогенный известняк; в диатомовых водорослях концентрируется кремний, в водорослях ламинариях – йод);

- деструктивную (проявляется в минерализации органического вещества);

- окислительно-восстановительную (заключается в химическом превращении веществ биосферы);

- биохимическую (связана с жизнедеятельностью живых организмов – их питанием, дыханием, размножением, смертью и последующим разрушением тел; в результате происходит химическое превращение живого вещества сначала в биокосное, а затем, после отмирания, в косное)

- биогеохимическая деятельность человечества (приводит к видоизменению всей планеты).

Водная функция живого вещества в биосфере связана с биогенным круговоротом воды, имеющим важное значение в круговороте воды на планете.

Выполняя перечисленные функции, живое вещество адаптируется к окружающей среде и приспособливает её к своим биологическим (а если речь идёт о человеке, то и социальным) потребностям. При этом живое вещество и среда его обитания развиваются как единое целое, однако контроль над состоянием среды осуществляют живые организмы.

Процесс создания органического вещества в биосфере происходит одновременно с противоположными процессами потребления и разложения его гетеротрофными организмами на исходные минеральные соединения (воду, углекислый газ и др.). Так осуществляется круговорот органического вещества в биосфере при участии всех населяющих ее организмов, получивший название *малого*, или *биологического (биотического), круговорота веществ* в отличие от вызываемого солнечной энергией *большого*, или *геологического, круговорота*, наиболее ярко проявляющегося в круговороте воды и циркуляции атмосферы. Большой круговорот происходит на протяжении всего геологического развития Земли и выражается в переносе воздушных масс, продуктов выветривания, воды, растворенных минеральных соединений, загрязняющих веществ, в том числе радиоактивных.

Малый (биологический) круговорот начинается с возникновения органического вещества в результате фотосинтеза зеленых растений, то есть образования живого вещества из углекислого газа, воды и простых минеральных соединений с использованием лучистой энергии Солнца. Фотосинтез осуществляется наземными растениями, пресноводными водорослями и океаническим фитопланктоном. Образовавшиеся в листе органические вещества перемещаются в стебли и корни, где уже в синтез включаются поступившие из почвы минеральные соединения – соли азота, серы, калия, кальция, фосфора. Растения (*продуценты*) извлекают из почвы в растворенном виде серу, фосфор, медь, цинк и другие элементы. Растительоядные животные (*консументы первого порядка*) поглощают соединения этих элементов в виде пищи растительного происхождения. Хищники (*консументы второго порядка*) питаются растительоядными животными, потребляя пищу более сложного состава, включая белки, жиры, аминокислоты и т.д. Останки животных и отмершие растения перерабатываются насекомыми, грибами, бактериями (*редуцентами*), превращаясь в минеральные и простейшие органические соединения, поступающие в почву и вновь потребляемые растениями. Так начинается новый виток биологического круговорота.

В отличие от большого круговорота малый имеет разную продолжительность: различают сезонные, годовые, многолетние и вековые малые круговороты. Биологические круговороты вещества не замкнуты. При отмирании органического вещества в почву возвращаются не только те элементы, которые из нее забирались, но и новые, образованные самим растением. Некоторые вещества надолго выходят из круговоротов, задерживаясь в почве или образуя осадочные горные породы.

Образование и разрушение органического вещества – противоположные, но неотделимые друг от друга процессы. Ускорение или отсутствие одного из

них неизбежно приведет к исчезновению жизни. Если будет происходить только накопление органического вещества, то атмосфера вскоре лишится углекислого газа, литосфера – фосфора, серы, калия. Следовательно, фотосинтез прекратится, и растения погибнут. С другой стороны, если увеличится скорость разложения, все органическое вещество быстро разложится до минеральных соединений и жизнь прекратится.

Понятие биогеохимического цикла. Обмен веществом и энергией, осуществляющийся между различными структурными частями биосферы и определяющийся жизнедеятельностью микроорганизмов, называется биогеохимическим циклом. Именно с введением В.И. Вернадским понятия «биогеохимический цикл» перестало существовать представление о круговороте веществ как о замкнутой системе. Все биогеохимические циклы составляют современную динамическую основу существования жизни, взаимосвязаны друг с другом и каждый из них играет свойственную ему роль в эволюции биосферы.

Отдельные циклические процессы, слагающие общий круговорот веществ в биосфере, не являются полностью обратимыми. Одна часть веществ в повторяющихся процессах превращения и миграции рассеивается или связывается в новых системах, другая возвращается в круговорот, но уже с новыми качественными и количественными признаками. Часть веществ может также извлекаться из круговорота, перемещаясь вследствие физико-геологических процессов в нижние горизонты литосферы или рассеиваясь в космическом пространстве. Продолжительность циклов круговорота тех или иных веществ чрезвычайно различна. Время, достаточное для полного оборота углекислого газа атмосферы через фотосинтез, составляет около 300 лет, кислорода атмосферы тоже через фотосинтез – 2000 – 2500, воды через испарение – около 1 млн. лет.

В большом и малом круговоротах участвует множество химических элементов и их соединений, но важнейшими из них являются те, которые определяют современный этап развития биосферы, связанный с хозяйственной деятельностью человека. К ним относятся круговороты углерода, серы и азота (их оксиды – главные загрязнители атмосферы), а также фосфора (фосфаты – главный загрязнитель вод суши). Большое значение имеют круговороты токсичных элементов – ртути (загрязнитель пищевых продуктов) и свинца (компонент бензина).

7.3. Ноосферный этап в развитии биосферы

Вмешательство человека в природные круговороты приводит к серьезным изменениям в состоянии биосферы. Возвращаясь к учению В.И. Вернадского, необходимо отметить, что он оценил появление человека на Земле как огромный шаг в эволюции планеты. Ученый считал, что с возникновением человека и развитием его производственной деятельности человечество становится основным геологическим фактором всех происходящих в биосфере планеты изменений, приобретающих глобальный характер: «Человечество, взятое в целом, становится мощной геологической силой». Дальнейшее

неконтролируемое развитие деятельности людей таит в себе большую опасность и потому, считал В.И. Вернадский, биосфера должна постепенно превращаться в ноосферу, или сферу разума (от греческих ноос – разум, сфера – шар).

Основателями концепции ноосферы можно считать трех ученых – видного французского математика, антрополога и палеонтолога Э. Леруа (1870-1954), французского теолога, палеонтолога и философа П. Тейяра де Шардена (1881-1955) и выдающегося российского ученого естествоиспытателя В.И. Вернадского.

Под понятием «ноосфера» В.И. Вернадский подразумевал *высшую форму развития биосферы, определяемую гармонично существующими процессами развития общества и природы*. Учение Вернадского утверждает принцип совместной эволюции человечества и природной среды (сейчас этот процесс называют *коэволюцией*), нацеливает на поиск практических путей обеспечения общественно-природного равновесия.

Понятие «ноосфера» отражает будущее состояние рационально организованной природы, новый этап развития биосферы, *эпоху ноосферы*, когда дальнейшая эволюция планеты будет направляться разумом в целях обеспечения необходимой гармонии в сосуществовании природы и общества.

Качественные отличия ГО ноосферного этапа развития:

- оболочка характеризуется разнообразием вещественного состава, первичное вещество преобразовывается, возникают новые почвы, породы и минералы, культурные растения и животные;

- возрастает количество механически извлекаемого материала литосферы, оно уже превышает массу материала, выносимого речным стоком;

- происходит массовое потребление продуктов фотосинтеза прошлых геологических эпох, преимущественно в энергетических целях; в ноосфере начинается уменьшение содержания кислорода и увеличение углекислого газа, среднегодовая температура планеты увеличивается (примерно на 1-1,5⁰), что обуславливает разогрев планеты;

- присутствуют различные виды энергий, используются ядерная и термоядерная энергия;

- в пределах ноосферы наблюдается тесное взаимодействие всех компонентов, приводящее к созданию новых систем: природно-территориальных и антропогенных;

- в ноосфере проявляется разумная деятельность человека, благодаря появлению разума возникает общество (совокупность индивидуумов, личностей, способных к совместному труду);

- ноосфера выходит за пределы биосферы в связи с огромным прогрессом НТР: появляется космонавтика, обеспечивающая выход человека за пределы планеты.

Таким образом, биосфера – развивающееся образование, причём в процессе его развития можно выделить следующие этапы:

- 1) собственно биосфера (воздействие человека на природную среду не приобрело глобального масштаба);

- 2) биотехносфера – биосфера сегодняшнего дня, результат длительного преобразующего влияния технически вооружённого человеческого общества на природу Земли;
- 3) ноосфера – состояние биосферы, характеризующееся гармонией и единством природы и общества на основе позитивной и созидательной научной мысли.

Тема 8. Педосфера

8.1. Понятие о почве

Почвой называется поверхностный слой земной коры, возникающий в результате преобразования коры выветривания водой, воздухом и живыми организмами и обладающий свойством плодородия. Плодородие – качественный признак почвы, резко отличающий ее от бесплодной, не способной производить урожай растений, горной породы. Предварительной фазой превращения горной породы в почву является выветривание. Оно разрушает породу, делает ее рыхлой, создает минеральную часть почвенного тела, но еще не почву, так как в процессе выветривания зольные элементы пищи растений не накапливаются в рыхлой массе, а выносятся. Почва возникает только тогда, когда при помощи организмов на продуктах выветривания начинается синтез и разрушение органического вещества, в результате чего происходит концентрация элементов зольной пищи растений. Сущность почвообразования и заключается в синтезе и разрушении органического вещества в пределах созданной выветриванием толщи рыхлой породы, а сама почва представляет область теснейшего контакта и взаимного проникновения литосферы, атмосферы и биосферы.

Представление о почве как самостоятельном природном теле было сформулировано в конце XIX века В.В. Докучаевым. По его образному выражению, почва – зеркало ландшафта. Находясь в фокусе взаимодействий эндогенных (связанных с земной корой) и экзогенных (внешних, связанных с атмосферой и Космосом) сил, почва интегрирует их влияние. При этом более мобильные и агрессивные воздействия воздуха, воды и организмов первоначально на кору выветривания, а затем и на саму почву, фиксируются и сохраняются в вертикальном профиле почвы, в таких ее характеристиках, таких как механический состав, гумусированность и т.д.

Почва состоит из минеральных частиц (разрушенных горных пород), почвенной влаги, почвенного воздуха, организмов и гумуса. *Гумус* – это основная часть органического вещества почвы, определяющая почвенное плодородие. Главные органические вещества гумуса – гуминовые кислоты и фульвокислоты. В гумусе содержатся также важнейшие элементы питания растений – азот, фосфор, сера, калий. Под воздействием микроорганизмов эти элементы становятся доступными для растений.

8.2. Факторы почвообразования

Учение о факторах почвообразования, по выражению В.В. Докучаева, является краеугольным камнем почвоведения как науки. К пяти факторам

почвообразования, установленным ученым – почвообразующим породам, растительным и животным организмам, климату, рельефу и времени – позже были добавлены воды (почвенные и грунтовые) и хозяйственная деятельность человека. С учетом этих добавлений определение почвы можно выразить в виде формулы, показывающей функциональную зависимость почвы от почвообразующих факторов во времени:

$$П=f(П.П., Р.О., Ж.О., Э.К., Р., В., Д.Ч.) t,$$

где П – почва; П.П. – почвообразующие породы; Р.О. – растительные организмы; Ж.О. – животные организмы; Э.К. – элементы климата; Р. – рельеф; В. – воды; Д.Ч. – деятельность человека, t – время.

Кратко рассмотрим особенности отдельных факторов почвообразования.

1. *Почвообразующие породы* служат источником образования минеральной части почвы, а также источником связанной с ними энергии (химической, поверхностной, тепловой), принимающей участие в почвообразовании. Почвообразующие породы представляют собой тот субстрат, на котором происходит формирование почвы. Характер и степень выраженности почвообразовательного процесса в тех или иных гидротермических условиях в известной мере предопределяется химическим и механическим составом горных пород. Материнские породы обуславливают следующие важнейшие свойства почв: 1) гранулометрический (механический) состав почв; 2) химический и минералогический составы почв; 3) физические и физико-химические свойства почв; 4) водно-воздушный, тепловой и пищевой режимы почв. В то же время почвообразующие породы, определяя строение почв, характер их эволюции, пестроту почвенного покрова, существенно влияют на многие факторы и процессы почвообразования:

1) на скорость почвообразовательного процесса, обуславливающую разную мощность почвенных профилей;

2) на уровень плодородия, прямо зависящий от исходного состава пород, богатых или бедных химическими элементами, разной степени устойчивости в зоне формирования почв – в зоне гипергенеза;

3) на характер орошаемого земледелия и осушительных мелиораций;

4) на структуру почвенного покрова, определяющую разную мозаичность, сложность и контрастность почвенного покрова.

2. *Организмы*. Роль биологической деятельности в почвообразовании колоссальна. Почвообразование на Земле началось только после появления жизни. Любая горная порода, как бы глубоко разложена и выветрена она ни была, еще не будет почвой. Только длительное взаимодействие материнских пород с растительными и животными организмами в определенных климатических условиях создает специфические качества, отличающие почву от горных пород.

Растения в процессе своей жизнедеятельности синтезируют органическое вещество и определенным образом распределяют его в почве в виде корневой массы, а после отмирания наземной части – в виде растительного опада.

Составные части опада после минерализации поступают в почву, способствуя накоплению перегноя и приобретению характерной темной окраски верхнего горизонта почвы. Растения аккумулируют отдельные химические элементы, в небольшом количестве содержащиеся в почвообразующих породах, но необходимые для нормальной жизнедеятельности растений. После отмирания растений и разложения их остатков эти химические элементы остаются в почве, постепенно ее обогащая.

Посредниками между живыми и мертвыми деятелями почвообразования служат микроорганизмы. Они минерализуют органические вещества, делая их вновь доступными для растений. В отсутствии микроорганизмов разложение происходило бы очень медленно. Важное значение в жизни почвы имеют животные организмы, которых в почве большое количество. Почвенные землерои многократно перемешивают почву и, проделывая в ней ходы, облегчают доступ влаги и воздуха в почвенные горизонты.

3. *Климат* – один из важнейших факторов почвообразования, влияющий на характер и интенсивность выветривания, а значит – на создание того или иного типа минеральной почвенной массы. Климат влияет на жизнедеятельность микроорганизмов, то есть на создание того или иного качества и количества органической массы почвы; определяет в значительной мере влажность и водный режим почвы, управляет перемещением веществ и дифференциацией почвы на горизонты.

Климатические условия земного шара закономерно изменяются от экватора к полюсам, а в горных странах – от подножия к вершине. В этом же направлении закономерное изменение испытывает состав растительности и животных. Взаимосвязанные изменения столь важных факторов почвообразования влияют на распространение основных типов почв. Следует подчеркнуть, что влияние элементов климата, так же как и всех других факторов почвообразования, проявляется лишь во взаимодействии с другими факторами.

4. *Рельеф*. Характер рельефа сказывается на почвообразовании, так как от высоты форм рельефа зависит распределение климатов и растительности, от крутизны склонов – степень проникновения влаги в почву, от экспозиции – условия освещения и нагревания.

5. *Почвенно-грунтовые воды*. Вода является средой, в которой протекают многочисленные химические и биологические процессы в почве. Грунтовые воды обогащают почвы химическими соединениями, которые в них содержатся, в отдельных случаях вызывают засоление. В переувлажненных почвах содержится недостаточное количество кислорода, что обуславливает подавление деятельности некоторых групп микроорганизмов. В результате действия грунтовых вод формируются особые почвы.

6. *Время* – совершенно особый фактор почвообразования. Все процессы, протекающие в почве, совершаются во времени. Чтобы сказало влияние внешних условий, чтобы в соответствии с факторами почвообразования сформировалась почва, требуется определенное время. Так как географические условия не остаются постоянными, а изменяются, то происходит эволюция

почв во времени.

7. *Человек* сознательно и активно вмешивается в процесс почвообразования путем орошения или осушения почв, насаждения или уничтожения растительности, механической обработки почв и введения в них различных удобрений и т.п. Если влияние природных факторов на почву стихийно, то человек в процессе своей хозяйственной деятельности действует на почву направленно, изменяет ее в соответствии со своими потребностями. Изменение факторов почвообразования через антропогенное воздействие проявляется в разных формах:

1) в преобразовании почвообразующих пород (рекультивационные наносы, горные выработки, торфоразработки и т.д.);

2) путем изменения форм рельефа (формирование терриконов, карьеров, дамб, планировки территорий и т.д.);

3) в результате изменения климатических параметров на макро-, мезо- и микроуровнях (глобальный парниковый эффект и эффект потепления в мегаполисах, орошение почв и связанное с ним изменение микроклимата и т.д.);

4) путем изменения характера биоты (сельскохозяйственные посевы культурных растений, лесонасаждения, подсечно-огневое земледелие и т.д.).

Антропогенное воздействие не только изменяет факторы почвообразования, но и прямо или косвенно непосредственно сказывается на почвах.

Косвенное воздействие проявляется следующим образом:

1) в химическом загрязнении продуктами радиоактивного распада и тяжелыми металлами;

2) в изменении уровня и режима грунтовых вод, режима рек и озер, окислительно-восстановительных условий и солевого баланса;

3) в изменении естественно-растительного покрова как результата вырубки лесов, перевыпаса скота, подсечно-огневого земледелия.

Прямое воздействие антропогенного фактора сказывается на почвах при их обработке сельскохозяйственной техникой, орошении и осушении, внесении органических и минеральных удобрений и ядохимикатов.

8.3. Морфология почвы

Как всякое природное тело, почва обладает суммой внешних признаков, определенной *морфологией*. Морфологические признаки почвы являются результатом процессов ее формирования и, естественно, отражают ее химические и физические свойства.

Наиболее важным морфологическим признаком почвы является ее *строение*, т.е. закономерное изменение почвенной толщи сверху вниз, на первый взгляд напоминающее слоистость. В процессе почвообразования формируются *генетические почвенные горизонты* – слои почвы, различающиеся по цвету, структуре, содержанию гумуса, механическому составу. Генетические почвенные горизонты образуют *почвенный профиль*. Важнейшим процессом, обеспечивающим дифференциацию почвенного

профиля на горизонты, является вертикальное перераспределение веществ при инфильтрации влаги и почвенных растворов и их капиллярном поднятии, перемещении питательных веществ корневыми системами растений. Мощность отдельных почвенных горизонтов составляет от нескольких сантиметров до нескольких десятков сантиметров, а мощность всего почвенного слоя – до нескольких метров.

В совокупности процессы формирования определенных почвенных горизонтов называются элементарными почвенными процессами. К ним относятся образование лесной подстилки и степного войлока, гумусово-аккумулятивный процесс (накопление органо-минеральных соединений и зольных элементов в верхних горизонтах), засоление (передвижение солей в растворенном состоянии с последующим выпадением их из раствора), рассоление, оглинивание, иллювиальные процессы (растворение различных веществ в верхних горизонтах почвы, перемещение растворов в более глубокие горизонты с осаждением некоторых веществ и их аккумуляцией), оглеение, осолонцевание.

В.В. Докучаев выделил в почвенном профиле всего три генетических горизонта: А – поверхностный гумусово-аккумулятивный; В – переходный к материнской породе и С – материнская горная порода, подпочва. С развитием почвоведения система генетических горизонтов неоднократно расширялась и совершенствовалась. Этот процесс продолжается и в настоящее время, однако общая докучаевская система А – В – С по своей генетической сути осталась в целом неизменной и принята для использования международным сообществом почвоведов.

Окраска почвы – одно из важных и заметных внешних свойств почв, широко используемое для присвоения им различных названий – чернозем, краснозем, желтозем, серозем, каштановая почва и т.д. Разнообразие окраски обусловлено присутствием в почве химических соединений, органики и т.д. Черный цвет обусловлен накоплением органического вещества (гумуса), красный – накоплением оксидов железа, белый – накоплением оксидов кремния и углекислых солей. Окраска почвы во многом зависит от увлажнения (влажная почва всегда темнее, чем сухая) и степени агрегированности почвы.

Структура почвы – важный и характерный генетический и агрономический признак почвы. Под структурностью подразумевается способность почвы распадаться на отдельные, имеющие определенный размер и форму. Форма структурных отдельностей зависит от ряда причин, в первую очередь от характера биологических процессов, количества гумуса, от состава поглощенных катионов и почвенного раствора. Для различных типов почвы характерна определенная структура. Так, например, зернистая характерна для гумусового горизонта черноземов, ореховатая – для горизонта В дерново-подзолистых и серых лесных почв, столбчатая – для горизонта вымывания солонцов.

В процессе почвообразования происходит закономерное перераспределение химических элементов по почвенному профилю. При этом часть элементов распределяется сравнительно равномерно в почвенной массе

каждого генетического горизонта, другая часть образует соединения, имеющие тенденцию к обособлению, это так называемые новообразования и включения. *Новообразования* в почвенной массе представляют собой морфологически хорошо сформированные, четко обособленные от почвенной массы скопления минералов, возникших в процессе почвообразования. Морфологически новообразования весьма разнообразны – пленки, землистые массы, изолированные кристаллы и их сростки, конкреции самых различных форм и размеров. Не менее разнообразны их химический и минералогический составы: сульфиды, оксиды, нитраты, сульфаты, фосфаты, силикаты и некоторые другие группы.

Включения представляют собой ясно выделяющиеся элементы почвенной массы, генетически не связанные с процессом почвообразования. К ним относятся единичные валуны или гальки, находящиеся в составе почвообразующих пород, останки животных (кости, раковины), стволы деревьев, а также археологические останки.

8.4. Основные типы почв и их географическое распространение

Почвы полярной (арктической) зоны. Почвообразование в полярных и субполярных областях достаточно специфично и проявляется в доминировании физического выветривания над химическим разрушением пород, которое происходит при достаточно пассивном участии живых организмов, деятельность которых лимитирована суровыми климатическими условиями. В совокупности это приводит к формированию маломощных примитивных почв и господству криогенных микроструктур.

Основная зона формирования почв – арктические и антарктические побережья и внутриконтинентальные тундровые области. Наиболее распространены почвы – *арктические карбонатные, бурые аркто-тундровые* (северное побережье Гренландии и Северной Америки, Шпицберген, Земля Франца Иосифа, Северная Земля, Антарктида) и *дерновые субарктические* (побережье Камчатки, Сахалина, Скандинавии, Аляски, Исландии). В аридных регионах полярной зоны формируются *арктические пустынные* почвы (Канадский Арктический архипелаг, северо-западное побережье Гренландии). В арктических регионах избыточного атмосферного увлажнения в отрицательных элементах рельефа формируются *торфяно-мерзлотные* почвы, приуроченные к плоским днищам ледниковых долин или к небольшим блюдцеобразным депрессиям рельефа на низких морских или флювиальных террасах. В Арктике существуют также *солончаки* и *солончаковатые* почвы, приуроченные к низменным участкам морских побережий. Соли имеют морское происхождение, они либо поступают непосредственно из морской воды в рыхлые отложения и почву, либо переносятся через атмосферу. Условия полярных пустынь способствуют аккумуляции солей.

Почвы тундровой (субарктической) зоны. Карельское слово «тундра» (по-фински «тунтури») означает безлесное место. Тундровые ландшафты на территории Евразии занимают широкую полосу на севере континента: Кольский полуостров и полуостров Канин, бассейн южной Печоры и Воркуты,

полуострова Ямал, Гыдан, Таймыр и далее к северу от Среднесибирского плоскогорья, восточно-сибирское побережье морей Северного Ледовитого океана, Чукотский полуостров, Камчатку и северную часть восточного побережья Охотского моря. Тундровая зона занимает почти всю Аляску и обширную площадь северной Канады. Тундровые почвы распространены также на южном побережье Гренландии, в Исландии, на некоторых островах Баренцева моря.

Осадки в тундре выпадают преимущественно в виде снега, который сдувается сильным ветром в западины, что приводит к перераспределению осадков, глубокому промерзанию почв, образованию морозобойных трещин. Повсеместны вечная мерзлота и криогенные формы микрорельефа: каменные многоугольники, пятна, бугры пучения, термокарст, являющиеся основными топо- и литогенными факторами формирования микроструктур почвенного покрова криогенных областей почвообразования.

Особенность тундровой зоны – доминирование альфегумусовых почв (*подбуров и подзолов*) и *глееземов* (тундровые глеевые почвы разной степени оторфованности). Альфегумусовые почвы приурочены к хорошо дренированным, а глееземы – к слабо дренированным поверхностям. Скорость поступления органического вещества с опадом в глееземах выше, чем гумификация и минерализация органических веществ. В летний период вечная мерзлота создает водоупор, вследствие чего почвы переувлажняются, что способствует оглеению.

Почвы таежно-лесной зоны. Лесные ландшафты широко распространенные в Западной Европе, Северной Америке, Евразии, образуют обширный пояс лесов бореального и суббореального климата северного полушария. Эта огромная территория неоднородна: лесные ландшафты разных районов существенно различаются условиями почвообразования. В самом первом приближении внутри лесного пояса можно выделить зону бореальных таежных хвойных лесов и зону суббореальных подтаежных смешанных лиственно-хвойных лесов. На самом юге этой зоны местами распространены лиственные леса.

Основными процессами почвообразования являются подзолистый, альфегумусовый и оглеение, которые развиваются на разнообразных по гранулометрическому и минералогическому составу породах (почвообразующие породы преимущественно представлены ледниковыми отложениями), формах и типах рельефа, которые обуславливают характер дренажа.

Зональными типами почв являются: *подбуры таежные* (кислые бурые таежные почвы), *подзолы иллювиально-гумусовые, подзолистые* (хвойные и смешанные леса Евразии и Северной Америки), *бурые лесные* или буроземы (равнины Европы, Северной Америки, горы), *дерново-глеевые, дерново-подзолистые, дерново-карбонатные.*

Таежные подбуры и подзолы (альфегумусовые почвы) приурочены к породам легкого состава, встречаются во всех северотаежных лесах. На суглинистых и бедных основаниях породах развивается группа подзолистых

почв: глееподзолистые – наиболее типичны для северной тайги, собственно подзолистые – для северной и особенно средней тайги и дерново-подзолистые – для южной тайги. Так же на суглинистых породах, но богатых основаниями, в условиях хорошего дренажа подзоны южной тайги широколиственных и хвойно-широколиственных лесов формируются бурые лесные почвы или буроземы. На карбонатных почвах (известняки, мергели, доломиты и т.д.), а также сильно карбонатных моренах распространены дерново-карбонатные почвы.

Кроме перечисленных почв локальное распространение имеют следующие: палевые типичные с ареалом формирования в средней и южной тайге полузасушливых областей Восточной Сибири; палевые оподзоленные характерные для средней тайги и среднедренированных водоразделов под лиственнично-сосновыми лесами; палево-карбонатные; палево-осолоделые. Все эти почвы характерны главным образом для Центрально-Якутской области. Они приурочены в основном к слабодренированным равнинам и формируются под влажными лугами при близком уровне грунтовых вод гидрокарбонатно-натриевого или хлоридно-сульфатно-натриевого состава.

Почвы зоны смешанных лесов. К югу от зоны таежных лесов располагаются леса смешанного хвойно-лиственного состава. Эти леса особенно широко распространены на территории Восточно-Европейской равнины, за Уралом они продолжают далеко на восток, вплоть до Приамурья, хотя и не образуют сплошной зоны.

Наиболее характерным типом почв Восточно-Европейской равнины являются *дерново-подзолистые* почвы, формирующиеся на суглинистых почвообразующих породах.

В ландшафтах верховых болот формируются *торфяно-подзолисто-глеевые* почвы, низинных болот – *торфяно-перегнойные* почвы. На почвообразующих породах, богатых карбонатами кальция, образуются *дерново-карбонатные* почвы или *рендзины*, характерные для развития ордовикских карбонатных отложений в пределах Латвии, Эстонии, Северо-западной части России. В поймах рек формируются пойменно-дерновые, пойменно-луговые и пойменно-болотные почвы, формирующиеся в условиях ежегодных весенних паводков и близкого расположения грунтовых вод.

Почвы зоны лиственных лесов. В пределах суббореального пояса, в более теплых условиях по сравнению с таежными и подтаежными лесами, распространены лиственные леса с богатым травяным покровом. Среди почв, сформированных в этих ландшафтах, выделяются две группы. Почвы первой группы образовались на территории, находящейся под воздействием мягкого океанического климата (области влияния Атлантического океана в Западной Европе и в северной Америке). Почвы второй группы сформированы во внутриконтинентальных районах суббореального пояса, т.е. в центральных областях Евразии и Северной Америки.

Почвы первой группы – *бурые лесные* – образуются в условиях влажного и мягкого океанического климата, широко распространены в Западной Европе, а также Горном Крыму, теплых и влажных районах Кавказа и Приморском крае

России. В Северной Америке бурые почвы широколиственных лесов распространены в приатлантической части континента.

Почвы второй группы – *серые лесные* – развиваются в континентальных климатических условиях, прерывистой полосой протягиваются от западных границ Беларуси до Забайкалья.

Почвы зоны степей. Почвы зоны луговых и лугово-разнотравных степей получили название *черноземов*. Черноземы простираются на значительные расстояния во внутриконтинентальной части Евразии: Молдавия, Южная Украина, Предкавказье; Восточно-Европейская равнина, Южный Урал, Западная Сибирь до Алтая, Казахстан; восточнее черноземы образуют отдельные массивы (наиболее восточный массив черноземов находится в Забайкалье). В Центральной Европе черноземные почвы распространены в ряде районов Венгрии, Румынии, Болгарии. В Северной Америке, так же как и в Евразии, полоса черноземов расположена во внутриконтинентальной области и к морскому побережью не выходит.

Основной процесс формирования черноземов – гумусово-аккумулятивный, определяющий накопление гумуса в благоприятных гидротермических умеренно-континентальных климатических условиях. На фоне травяной растительности с доминированием корней в биомассе, высокой микробиологической активности и обильной и разнотравной зоофауны, периодически промывного водного режима с максимумами осадков весной и осенью, периодическими засухами летом и умеренно холодной зимой создаются благоприятные условия для разложения растительности, ее гумификации и умеренной минерализации гумусовых веществ. Накопление и закрепление гумуса в почве превалирует над его минерализацией и вымыванием, что и приводит к формированию мощных гумифицированных на многие десятки сантиметров профилей почв. Положительным фактором гумусообразования являются также почвообразующие породы карбонатного состава.

Черноземы зонально сменяются *каштановыми* и *бурыми пустынно-степными* почвами южных сухих и пустынных степей. Каштановые почвы узкой полосой располагаются по побережью Черного и Азовского морей, на юго-востоке европейской части России площадь этих почв увеличивается (Нижнее Поволжье, Западный Прикаспий). Исключительно широко распространены почвы сухих степей на территории Казахстана. В Центральной и Восточной Сибири каштановые почвы встречаются изолированными районами. Самый восточный район распространения каштановых почв – степи Юго-Восточного Забайкалья. Бурые пустынно-степные почвы преимущественно приурочены к полупустынным районам Казахстана.

В Европе каштановые почвы занимают небольшую площадь в Румынии и значительно более широко представлены в центральных районах Испании. Из Казахстана сплошная полоса каштановых почв уходит в Монголию, а затем в Восточный Китай.

Почвы засушливых степей и полупустынь Северной Америки заключены между Скалистыми горами на западе и прериями на востоке. К югу область

распространения каштановых и бурых почв ограничена Мексиканским плоскогорьем. В Южном полушарии сухие степи распространены лишь в Патагонии (Аргентина).

Каштановые почвы формируются в менее благоприятных условиях (более высокие температуры и меньшее количество осадков) и поэтому менее гумусированы, чем черноземы, но обладают достаточно высоким потенциальным плодородием.

Почвами-диагностами сухостепных условий почвообразования на низменностях всех географических зон Земли являются *солонди* – почвы под влажными лугами, травяно-осоковыми болотами, травяными березняками или осинниками. Среди гидроморфных почв степного пояса широко распространены также *солончаки* и *солонцы*.

Почвы зоны пустынь. Почвы пустынь расположены во внутриконтинентальной части Евразии, на обширных равнинах Казахстана, Средней и Центральной Азии; Северной Америки; Патагонии.

Зональными типами почв являются: *бурые полупустынные* (Прикаспийская низменность, Казахстан), *серо-бурые пустынные* (Устюрт, Бетпак-Дала, плато Мангышлак), *песчаные пустынные* (Каракумы, Кызылкумы, Гоби). Из гидроморфных почв для пустыни особенно характерны *солончаки* и *такыры* (формируются на определенной почвообразующей породе, представляющей собой пролювиальное скопление пылевато-илистых частиц, вынесенных с ближайших возвышенностей).

Все почвы пустынных регионов малопродуктивны. Их использование возможно только при соблюдении мелиораций и внесении удобрений. Основные лимитирующие факторы использования данных почв в сельском хозяйстве:

- высокая карбонатность, засоленность, гипсоносность и солонцеватость почв;
- низкое содержание гумуса и маломощность гумусированного профиля;
- малое количество осадков и низкая влагоемкость почв.

Почвы субтропического пояса. В субтропическом поясе выделяют следующие основные группы почв: почвы влажных лесов, сухих лесов и кустарников, сухих субтропических степей и низкотравных полусаванн, а также субтропических пустынь.

Почвы влажных субтропических лесов – *красноземы* и *желтоземы* – широко развиты в субтропической части Восточной Азии (Китай и Япония) и на юго-востоке США (Флорида и соседние южные штаты), встречаются на Кавказе – на побережье Черного моря (Аджария) и побережье Каспийского моря (Ленкорань).

Характерный тип влажных субтропиков – красноземы, получили название благодаря своей окраске, которая обусловлена составом почвообразующих пород специфического кирпично-красного или оранжевого цвета. Цвет толщи характеризуется присутствием прочно связанных гидроксидов Fe (III) на поверхности коренных пород.

Почвы, сформированные под сухими лесами и кустарниками, - *коричневые*

– широко распространены в южной Европе, Северной Африке, на Ближнем Востоке, в ряде районов Центральной Азии; в Северной Америке почвы этого типа развиты в Мексике и на юго-западе США, под сухими эвкалиптовыми лесами и кустарниками они известны в Австралии, встречаются также в теплых и относительно сухих местах Кавказа, на Южном берегу Крыма, в горах Тянь-Шаня, особенно характерны эти почвы для ландшафтов Средиземноморья.

В аридных ландшафтах субтропического пояса формируются *сероземы*. Они широко представлены в предгорьях хребтов Средней Азии. Почвообразующими породами являются преимущественно лессы, мощным чехлом покрывающие предгорья хребтов Средней Азии. Особенность вещественного состава лессов Средней Азии – значительное содержание обломочных силикатов, как правило, преобладающих над обломочным кварцем

Почвы тропического пояса. Тропические почвы занимают более $\frac{1}{4}$ поверхности мировой суши. Большая часть тропической территории (Южная Америка, Африка, полуостров Индостан, Австралия) представляют собой остатки древнейшей суши, где процессы выветривания развивались на протяжении весьма длительного времени – начиная с нижнего палеозоя, местами даже с докембрия. Поэтому некоторые важные свойства современных тропических почв унаследованы от древних продуктов выветривания, а отдельные процессы современного почвообразования находятся в сложной связи с процессами древних этапов гипергенеза. Следы наиболее древнего этапа гипергенеза представлены мощной элювиальной корой выветривания, красного цвета, который обусловлен оксидом железа. Под влиянием климатических факторов (сезонная смена дождливых периодов сухими), понижения базиса эрозии кора выветривания превратилась в прочные *латеритные* (от лат. later – кирпич) *панцири*, покрывающие поверхности высоких плато и создающие характерный облик рельефа тропических территорий. В силу преобладания красноцветных отложений среди почвообразующих пород многие тропические почвы имеют красный или близкий к нему цвет, что отражено в названиях этих почв, именуемых *красными, оранжевыми, желтыми*.

Для постоянно влажных тропических лесов характерны *ферралитные* почвы, которые образуются под покровами наиболее продуктивной формации суши – постоянно влажных тропических лесов и распространены на большой территории в Южной Америке, Африке, на Мадагаскаре, в Юго-Восточной Азии, Индонезии, на Филиппинах, в Новой Гвинее и Австралии.

Для тропических ландшафтов сезонного атмосферного увлажнения характерны *ферралитные почвы сезонно влажных тропических лесов и высокотравных саванн и красно-бурые почвы сухих саванн*.

Для тропического почвообразования, развивающегося в условиях смены сухих сезонов года периодами обильных дождей, характерен режим периодического высокого стояния грунтовых вод, что особенно типично для относительных понижений рельефа. В этих условиях формируются *черные тропические* почвы. Площадь, занятая черными почвами во всем тропическом поясе, – около 235 млн. га, т.е. больше, чем площадь, занятая черноземами в России. Особенно значительны территории этих почв в Австралии, Индии и

Африке.

Для почвенного покрова горных стран типична закономерная смена почв с изменением высоты – вертикальная зональность. Это явление обусловлено закономерным изменением гидротермических условий и состава растительности.

Нижний пояс горных почв определяется условиями той природной зоны, на площади которой находятся горы. Так, например, если горная система с ледниковым покровом расположена в пустынной зоне, то на ее склонах от подножий к вершине могут сформироваться горно-каштановые, горно-черноземные, горно-лесные и горно-луговые почвы. Но если горы будут расположены в таежно-подзолистой зоне, то в этих условиях могут образоваться лишь зоны горно-подзолистых и горно-тундровых почв.

Структура вертикальной зональности почвенного покрова горной страны зависит не только от типа равнинной почвы, на площади распространения которой находится горная страна, но и от местных, провинциальных биоклиматических особенностей. Так, например, в горных системах Центральной и отчасти Средней Азии развита горно-степная зона, переходящая в горно-луговую, а зоны горно-лесных почв нет (явление выпадения зон). Это обусловлено резкой засушливостью климата Азии. Границы горных почвенных зон в зависимости от местных условий могут повышаться и понижаться над уровнем моря. В некоторых случаях порядок смены нарушается. Происходит инверсия почвенных зон, когда одна зона оказывается выше, чем следовало бы по аналогии с горизонтальными. Так, например, в Лорийской степи в Закавказье черноземы расположены выше лесных почв. Широко распространено проникновение одних зон в другие по горным долинам и ущельям.

Среди специфических горных почв в первую очередь необходимо отметить *горно-луговые*, образующиеся в условиях холодного и влажного климата высокогорий и большого количества солнечной радиации. В случае большой сухости климата формируются *горно-лугово-степные, высокогорные пустынные* почвы.

Разнообразие структуры вертикальной зональности, сильное влияние рельефа и геологического строения, специфические особенности строения почв – все это сказывается на большой сложности строения почвенного покрова.

Тема 9. Ландшафты

9.1. Дифференциация географической оболочки

Дифференциация ГО – разделение единого планетарного комплекса на объективно существующие природные комплексы разного ранга. Дифференциация зависит от зональных и аazonальных причин.

Природный комплекс (ПК) – саморегулируемая и самовоспроизводимая система взаимосвязанных компонентов и комплексов более низкого ранга (определение Ф.Н. Милькова). Природные комплексы делятся на *природно-территориальные* (ПТК) и *природно-аквальные* (ПАК). Наиболее изучены ПТК

суши. ПК характеризуется относительно однородным участком поверхности, единство которого обусловлено географическим положением, единой историей развития, происходящими в его пределах природными процессами.

Все ПК образованы взаимодействием компонентов: горные породы, вода, воздух, растения, животные, почвы. Роль компонентов в ПК учеными оценивается по-разному. Н.А. Солнцев отводит литогенной основе (комплекс геолого-геоморфологических особенностей изучаемой территории, включая стратиграфию, литологию горных пород, тектонику, рельеф) роль ведущего фактора в формировании и устойчивости ПК. Впервые мысль о равнозначности всех компонентов была высказана В.В. Докучаевым, применительно к почве. Ученый считал, что почва есть результат взаимной деятельности климата, растительности, животных, грунтов.

Ряд авторов выделяют полные и неполные ПК (Д.Л. Арманд): полные образуются всеми компонентами, в неполных отсутствуют один или два компонента.

ПК по своим размерам и сложности подразделяются на *планетарные* (ГО), *региональные* (материки, физико-географические страны и области, географические пояса и зоны), *локальные* (приурочены к мезо- и микроформам рельефа – оврагам, речным долинам, моренным холмам).

Основной единицей в ландшафтоведении предлагается считать ландшафт, т.е. такой полный ПТК, в структуре которого непосредственно участвуют все основные компоненты, начиная с земной коры и заканчивая животными, населяющими данный ПТК.

Термин «ландшафт имеет» международное признание. Он взят из немецкого языка (Land – земля и schaft – взаимосвязь).

В научную литературу термин ландшафт был введен в 1805 г. немецким ученым А. Гоммейером. Под ландшафтом он подразумевал совокупность обзереваемых из одной точки местностей, заключенных между ближайшими горами, лесами и другими частями земли. В нашей стране развитие ландшафтоведения связано с трудами выдающихся географов Л.С. Берга, А.А. Григорьева, С.В. Калесника, Ф.Н. Милькова и др.

Известны три трактовки географического ландшафта.

Ландшафт – территориально ограниченный участок земной поверхности, характеризующийся генетическим единством и тесной взаимосвязью слагающих его компонентов (А.А. Григорьев, Н.А. Солнцев, С.В. Калесник, А.Г. Исаченко).

Ландшафт – обобщенное типологическое понятие физико-географических комплексов. Эта точка зрения развивалась в трудах Б.Б. Польшова Н.А. Гвоздецкого. В одну типологическую единицу включаются территориально разрозненные, но сходные относительно однородные комплексы. Ландшафт характеризуется однотипной растительностью, увлажнением, но территориально может находиться на разных континентах (ландшафт степей существует на разных материках в Северной Америке и Евразии).

Ландшафт – общее понятие, синоним региональных и типологических комплексов любого таксономического ранга. Его можно сравнить с такими

понятиями как климат, рельеф, при определении которых не имеется ввиду конкретная территория. Этому определению придерживаются Ф.Н. Мильков, Д.Л. Арманд, Ю.К. Ефремов.

В СССР существовал государственный стандарт понятий и терминов. В ГОСТе предусматривалось определение ландшафта как общего понятия. Ландшафт – территориальная система, состоящая из взаимодействующих природных и антропогенных компонентов и комплексов более низкого таксономического ранга.

При всех различиях определений ландшафта между ними есть сходство в самом главном – признании взаимосвязей между элементами природы в реальных природных комплексах.

Ландшафт представляет собой сложное природное образование. Он состоит из более мелких природных комплексов. Основные морфологические части ландшафта: фации, урочища (дополнительные – подурочища и местности – сочетание урочищ). Они определяют морфологическую структуру ландшафта, образуя в его пределах закономерные сочетания.

Физико-географическая фация – самый простой природный комплекс, характеризующийся наибольшей однородностью природных условий. Для нее характерно:

- положение в пределах одного элемента или микроформы рельефа (склон, вершина холма, нижняя часть склона);
- одинаковый литологический состав почвообразующих пород и одна почва;
- одинаковый режим тепла и влаги, один микроклимат;
- один биоценоз.

В условиях ненарушенной растительности границы фации хорошо отражает растительность – фация совпадает с фитоценозом. Пример фации – пологий склон холма северной экспозиции с дерново-среднеподзолистыми, суглинистыми почвами под елово-широколиственным лесом.

Урочище – природный комплекс, образованный закономерным сочетанием фаций или их групп (подурочищ). Обычно урочища соответствуют мезоформе рельефа. Для них характерно определенное сочетание почвообразующих пород, режимов тепла и влаги и почвенно-растительного покрова. Примером урочища является урочище холма или оврага.

Совокупность ландшафтов образуют системы более высокого уровня – *тип ландшафта*. В своих названиях они повторяют географические зоны (тундровый, таежный и т.д.), но географические зоны непрерывны, они очерчивают на равнинах сплошной массив какого-либо одного типа ландшафта, фрагменты которого продолжают встречаться за его пределами – в смежных зонах и горных странах.

Класс ландшафтов – совокупность типов ландшафтов. Общепринято деление на два класса: *равнинные и горные* (отличаются наличием высотной поясности). Типы и классы ландшафтов раскрывают структуру крупнейших региональных единиц – физико-географических стран и материков.

Все ландшафты суши – материков и островов – объединяются в *отдел*

ландшафтов, который следует считать высшей типологической единицей.

Схема типологических единиц ландшафта (по Ф.Н Милькову) выглядит следующим образом: тип фации – тип урочища – тип местности – тип ландшафта – класс ландшафта – отдел ландшафта. Типологические комплексы, обладая морфологическим (внешним) единством, в отличие от региональных характеризуются не сплошным, а разорванным ареалом. Типологические комплексы раскрывают морфологию региональных единиц, которые помогают выделить региональные особенности типологических единиц.

Физико-географическое районирование заключается в выявлении и картировании природных комплексов, обладающих внутренним единством и своеобразными индивидуальными чертами в их всесторонней характеристике.

По зональным признакам ГО делится на географические пояса, зоны и подзоны (деление по зональному признаку разработано А.А. Григорьевым).

По азональному признаку выделяются следующие таксономические единицы: физико-географическая страна, физико-географическая область, физико-географический район.

Физико-географическая страна – часть материка, сформировавшаяся на основе крупной тектонической структуры и общности тектонического режима в неоген-четвертичное время, характеризующаяся единством орографии, макроклимата и своей структурой горизонтальных зон и высотных поясов (Восточно-Европейская равнина, Западно-Сибирская низменность, Урал).

Физико-географическая область – часть физико-географической страны, обособившаяся главным образом за неоген-четвертичное время под влиянием тектонических движений, морских трансгрессий, материковых оледенений или деятельности талых ледниковых вод, с однотипной морфоскульптурой или их закономерным сочетанием, с одним типом климата и своеобразным проявлением зональности или высотной поясности (Мещерская низменность, Среднерусская возвышенность).

Физико-географический район (ландшафт) – часть области, однородная по зональным или азональным признакам, это генетически единая территория, характеризующаяся специфической морфологической структурой.

Схема таксономических единиц может быть образована чередующимися зональными и азональными комплексами.

9.2. Антропогенный ландшафт

В связи с воздействием человека на природу в географию вошли понятия «антропогенный ландшафт» и «культурный ландшафт».

Природный комплекс в настоящее время рассматривается как сложная система, состоящая из двух подсистем – природной и антропогенной. Природная подсистема образуется при взаимодействии природных компонентов – воды, воздуха, горных пород, растений, животных, почв. Антропогенная подсистема включает две части: хозяйственную и управленческую. Комплексы ноосферного этапа должны обладать единством, они образуются взаимодействием всех компонентов, включая живое и разумное вещество.

Созданные людьми ландшафты называются антропогенными, техногенными или искусственными. По мнению ряда авторов (Л.П. Шубаев), термины «антропогенный и техногенный» не совсем удачны, поскольку ландшафты не созданы людьми, а только ими преобразованы. Основные зональные компоненты – горные породы, почвы, воздух, воду – человек пока изменяет мало. Сочетание естественных и искусственных ландшафтов Л.П. Шубаев предлагает назвать современными ландшафтами.

По другой концепции, антропогенными ландшафтами являются как вновь созданные, так и измененные человеком природные комплексы. По мнению Ф.Н. Милькова (1990), антропогенный ландшафт – комплекс, в котором на всей площади или большей ее части коренному изменению подверглись все или один из компонентов природного ландшафта.

Классифицируют антропогенные ландшафты по соотношению целенаправленных изменений, по виду человеческой деятельности, по степени изменения по сравнению с исходным состоянием, по последствиям изменений.

По степени изменения все ландшафты можно разделить на шесть групп (А.Г. Исаченко, 1965):

- неизмененные – ледники, нетронутые участки тропических пустынь, заповедники;

- слабо измененные – естественные луга и пастбища, водоемы;

- нарушенные нерациональным использованием – вторичные обедненные леса;

- сильно нарушенные и превращенные в бедленд – эродированные, вторично засоленные, вторично заболоченные земли, горные выработки;

- преобразованные или культурные – поля, сады, плантации, парки;

- искусственные – города, села, дороги, плотины.

По виду человеческой деятельности выделяются:

1.Сельскохозяйственные ландшафты. По оценкам специалистов пашни, сады, плантации занимают 11% обитаемой суши. Предельная площадь экономически выгодных для эксплуатации земель составляет 1,5 млрд. га, т.е. все доступные земли уже использованы.

2.Промышленные ландшафты. Наиболее развиты карьерные и отвальные комплексы, терриконы. На Земле на долю населенных пунктов, промышленности и транспорта приходится 2% суши, в наиболее развитых странах этот процент достиг 5%.

3.Линейно-дорожные ландшафты, связанные с железными, автомобильными и другого вида дорогами, нефте- и газопроводами. На весь мир приходится 24 000 тыс. км протяженности автомобильных дорог (18 млн. км с твердым покрытием). Густота дорог достигла 180 км/км² (Великобритания – 1580 км/км², Франция – 1480 км/км²). В мире длина железнодорожной сети составляет 1,2 млн. км, в России – 87 тыс. км. Длина нефте- и газопроводов – 1,5 млн. км (в США – 325 тыс. км, России – 66 тыс. км).

4.Лесные ландшафты (лесокультуры и вторичные леса на месте вырубок и антропогенных гарей).

5.Водные ландшафты (водохранилища, пруды, каналы). К началу 90-х

годов на планете эксплуатировалось более 40 000 водохранилищ, их объем достигал 6 тыс. км³, площадь водного зеркала 400 тыс. км². К крупнейшим водохранилищам мира относятся Виктория (Кения) – 204,8 км³, Братское (Россия) – 169,3 км³, Кабриба (Замбия) – 160,3 км³.

6. Рекреационные ландшафты, зоны отдыха населения и активного туризма.

7. Селитебные – ландшафты городов и других населенных пунктов.

8. Беллигеративные (военные) ландшафты – сторожевые курганы, крепостные валы, засеки, воронки взрыва, траншеи.

По последствиям изменений выделяют культурные и акультурные ландшафты (А.Г. Исаченко).

Воздействие человека на ландшафт следует рассматривать как природный процесс, в котором человек выступает как активный компонент. Сохранность антропогенного ландшафта, его *устойчивость* (способность сохранять преднамеренно нарушенное состояние) зависит от многих факторов, но в основном определяется постоянным, направленным воздействием человека. Степень устойчивости зависит от того, на какой компонент воздействует человек (изменение рельефа или горных пород приводит к изменению всего комплекса в целом).

Искусственно созданные устойчивые ландшафты называются культурными. В них структура рационально изменена на научной основе и в интересах общества. Критерии культурного ландшафта определяются общественными потребностями. Они характеризуются высокой производительностью и экономической эффективностью, являются оптимальной средой для жизни человека.

Географические принципы организации культурного ландшафта (А.Г. Исаченко):

-культурный ландшафт не должен быть однообразным сложность структуры обеспечивает устойчивость системы (например, лучше чередовать небольшие массивы пашни и леса, чем укрупнять пашни с риском вызвать эрозию);

-в культурном ландшафте не должно быть свалок, пустошей, карьеров; все они должны быть рекультивированы;

-из всех видов использования земель приоритет надо отдать растительному покрову, необходимо стремиться к максимально возможному увеличению площади лесов;

-должно быть отведено место для сохранения естественных ландшафтов (заповедники, резерваты, заказники, национальные парки).

Экологический потенциал культурного ландшафта – его способность удовлетворять потребность человека во всех первичных средствах существования – воздухе, свете, тепле, воде, источниках пищи, а также в природных условиях для трудовой деятельности. Следовательно, экологический потенциал определяет степень комфортности территории.

Основные географические понятия и термины Часть 2

1. Атмосфера
2. Озоновый экран
3. Тропосфера
4. Стратосфера
5. Мезосфера
6. Термосфера
7. Экзосфера
8. Ионосфера
9. Литосфера
10. Гидросфера
11. Солнечная радиация
12. Солнечная постоянная
13. Интенсивность солнечной радиации
14. Отраженная солнечная радиация
15. Поглощенная солнечная радиация
16. Рассеянная солнечная радиация
17. Прямая солнечная радиация
18. Радиационный (солярный) климат
19. Инсоляция
20. Суммарная солнечная радиация
21. «Парниковый» эффект
22. Альбе́до
23. «Земная» радиация
24. Встречное излучение
25. Эффективное излучение
26. Радиационный баланс
27. Тепловой баланс
28. Деятельный слой
29. Суточная амплитуда температуры
30. Годовая амплитуда температуры
31. Суточный ход температуры
32. Годовой ход температуры
33. Тепловой режим тропосферы
34. Турбулентное перемешивание
35. Тепловая конвекция
36. Адвекция
37. Адиабатическое изменение температуры воздуха
38. Горизонтальный температурный градиент
39. Вертикальный термический градиент
40. Изотермия
41. Инверсия
42. Радиационная инверсия
43. Адвективная инверсия
44. Орографическая инверсия
45. Заморозки
46. Термический экватор
47. Изотерма
48. Тепловые пояса
49. Карта изотерм
50. Изоаномала
51. Карта изоаномал
52. Кругворот воды
53. Испарение
54. Испаряемость
55. Интенсивность испарения
56. Влажность воздуха
57. Абсолютная влажность воздуха
58. Относительная влажность воздуха
59. Максимальная влажность
60. Удельная влажность
61. Фактическая упругость водяного пара
62. Упругость водяного пара (упругость насыщения)
63. Точна росы
64. Дефицит влажность
65. Конденсация
66. Сублимация
67. Роса
68. Иней
69. Твердый налет
70. Жидкий налет
71. Изморозь
72. Гололед
73. Гололедица
74. Туман
75. Дымка
76. Смог
77. Облака
78. Облачность
79. Атмосферные осадки
80. Снегозапас
81. Плотность снежного покрова
82. Годовой ход осадков
83. Увлажнение
84. Коэффициент увлажнения
85. Радиационный индекс сухости
86. Засуха
87. Воздушные массы
88. Трансформация воздушных масс
89. Местные воздушные массы
90. Движущиеся воздушные массы
91. Теплая воздушная масса
92. Холодная воздушная масса
93. Атмосферный фронт
94. Фронтальная поверхность
95. Линия фронта
96. Стационарный фронт
97. Движущийся фронт
98. Теплый фронт
99. Холодный фронт
100. Фронт окклюзии
101. Главные климатические (климатологические) фронты
102. Циклон
103. Антициклон
104. Стадия волны
105. Молодой циклон
106. Стадия окклюзии
107. Изобара
108. Ложбина
109. Гребень
110. Барический максимум
111. Барический минимум
112. Седловина
113. Нормальное атмосферное давление
114. Вертикальный барический градиент
115. Барическая ступень

116. Горизонтальный барический градиент
117. Барическое поле
118. Общая циркуляция атмосферы
119. Пассат
120. Муссон
121. Западные ветры
122. Тропический циклон
123. Центральный циклон
124. Ураган
125. Тайфун
126. Местный ветер
127. Бриз
128. Горно-долинный ветер
129. Стоковый ветер
130. Фен
131. Бора
132. Погода
133. Элементы погоды

134. Периодические изменения погоды
135. Непериодические изменения погоды
136. Фронтальные погоды
137. Внутримассовые погоды
138. Метеорология
139. Синоптическая карта
140. Местные признаки погоды
141. Климат
142. Мезоклимат
143. Микроклимат
144. Теплооборот
145. Влагооборот
146. Факторы климатообразования
147. Ветровая экспозиция
148. Инсоляционная экспозиция
149. Изменение климата
150. Колебания климата

Минимум географических названий

Африка

Заливы: Си́дра (Большой Сирт), Га́бес, Гвине́йский, А́денский.

Проливы: Гибралта́рский, Туни́сский, Суэ́цкий канал, Баб-эль-Манде́бский, Мозамби́кский.

Острова: Маде́йра, Кана́рские, Зеле́ного Мы́са, Вознесе́ния, Святой Еле́ны, Триста́н-да-Ку́нья, Мадагаска́р, Маскаре́нские, Сейше́льские, Амира́нтские, Комо́рские, Мафи́я, Занзиба́р, Пе́мба.

Полуострова, мысы: Э́ль-А́бьяд, Альмади́, Иго́льный, Добро́й Надежды, Сомали́, Рас-Хафу́н.

Орография: горы Атла́с (г.Тубка́ль), нагорье Аха́ггар, нагорье Тибе́сти, влд. Катта́ра (–133 м), плато Дарфу́р, влк. Камеру́н, нагорье Эфио́пское (Рас-Даше́н), Восточно-Африка́нское плоскогорье, массив Рувензо́ри (пик Маргери́та), горы Виру́нга (влк. Кариси́мби), гора Ке́ния, влк. Килиманджа́ро, влк. Ме́ру, горы Драко́новы, плато Большое Карру́, горы Ка́пские, равнина Калаха́ри.

Пустыни: Саха́ра, Ливи́йская, Арави́йская, Нуби́йская, Нами́б.

Реки: Нил (Каге́ра, Викто́рия-Нил, Белый Нил, Голубой Нил), Ко́нго (Луала́ба, Уба́нги, Санга́, Ква (или Каса́и), Сенегал, Га́мбия, Во́льта, Ни́гер, Ора́нжевая (Ва́аль, влд.Аугра́бис), Туге́ла (влд. Туге́ла), Лимпо́по, Замбе́зи (влд. Викто́рия), Ша́ри, Окова́нго.

Озера: Чад, Та́на, Турка́на (Рудо́льф), Викто́рия, Мобу́ту-Се́се-Се́ко, И́ди-А́мин-Да́да, Ки́ву, Танганьи́ка, Нья́са, Мве́ру, Бангвеу́лу, Ассаль (–153 м).

Водохранилища: Викто́рия (О́уэн-Фолс) – р.Виктория-Нил, Во́льта – р.Вольта, Кабо́рра-Ба́сса – р. Замбези, Кари́ба – р.Замбези, На́сер – р.Нил.

Австралия

Моря: Тимо́рское, Арафу́рское, Кора́лловое, Тасма́ново.

Заливы: Карпента́рия, Большой Австралийский, Жо́зеф-Бонапа́рт, Спе́нсер, Сент-Ви́нсент.

Проливы: То́рресов, Ба́ссов.

Острова: Тасма́ния, Кенгуру́, Грут-А́йленд, Большой Барьерный риф.

Полуострова: А́рнемленд, Кейп-Йорк, Э́йр.

Мысы: Йорк, Ба́йрон, Юго-Восточный, Стип-Пойнт, Натуралиста, Южный.

Орография: Большой Водораздельный хребет (Австралийские Альпы, г. Косцюшко), равнина На́лларбор, хребет Да́рлинг, хребет Фли́ндерс, хребет Макдо́нелл, плато Ки́мберли, плато Ба́кли.

Пустыни: Большая Песчаная, Ги́бсона, Большая пустыня Виктория, Си́мпсона.

Реки: Му́ррей (Да́рлинг), Фицро́й, Ку́перс-Крик, Фли́ндерс.

Озера: Эйр (– 12 м), То́рренс, Ге́рднер.

Океания

Новая Зела́ндия (о.Северный, о. Южный, пр-в Ку́ка)

Мелане́зия: Новая Гвине́я, Новые Гебри́ды, арх. Би́смарка, Новая Каледо́ния, Соломо́новы (о.Бугенви́ль), Фи́джи о-ва.

Микроне́зия: Мариа́нские, Кароли́нские, Марша́лловы.

Полине́зия: Гава́йские, Лайн (или Центральные Полинезийские Спора́ды), Само́а, То́нга, Керма́дек, Ку́ка, О́бщества (о. Таи́ти), Туамо́ту, Марки́зские, Па́схи.

Антарктида

Моря: Уэ́дделла, Ро́сса, А́мундсена, Беллинсга́узена, Содру́жества.

Полуострова: Антаркти́ческий.

Острова: Буве́, Крозе́, Кергеле́н, Ско́тта, Петра I, Южные Шетла́ндские, Южные Оркне́йские, Южные Са́ндвичевы, Южная Гео́ргия.

Орография: Трансантаркти́ческие горы, влк. Э́ребус, массив Ви́нсон.

Южная Америка

Заливы: Венесуэ́льский, Ла-Пла́та, Пана́мский.

Проливы: Магелла́нов, Дре́йка, Фолкле́ндский.

Острова: Тринида́д, Тоба́го, Фолкле́ндские (Мальви́нские), Огненная Земля, Гала́пагос.

Мысы: Ка́бу-Бра́нку, Пари́ньяс, Фро́уэрд, Горн, Гальи́нас.

Орография: Анды (влк. Руи́с, г. Чимбора́со, влк. Котопа́хи, Санга́й, Сан-Пе́дро, влк. Льюлья́лья́ко, Аконка́гуа), плато Патаго́ния, Ла-Пла́тская низм. Брази́льское плоскогорье, Амазо́нская низм., Гвиа́нское плоск., Орино́кская низм.

Пустыни: Атака́ма.

Реки: Амазо́нка (Мараньо́н, Укая́ли, Жапура́, Ри́у-Не́гру, Журуа́, Пуру́с, Маде́йра, Тапажо́с, Шингу́), Токанти́нс, Магле́на, Орино́ко (Касикья́ре, Карони́, вдп. А́нхель), Сан-Франси́ску, Уругва́й, Парана́ (Игуасу́, вдп. Игуасу́, Парагва́й), Ри́о-Не́гро, Ри́о-Колора́до.

Озера: Марака́йбо, Титика́ка, Поопо́.

Водохранилища: Гу́ри (Эль-Манте́ко) – р. Карони, Ита́йпу – р.Парана

Северная Америка

Моря: Гренла́ндское, Ба́ффина, Бо́форта, Кари́бское.

Заливы: Гудзо́нов, Джеймс, Унга́ва, Святого Лавре́нтия, Мэн, Фа́нди, Мексика́нский, Кампе́че, Гондура́нский, Моски́тос, Калифорни́йский, Аля́ска, Ку́ка, Бристо́льский

Проливы: Да́тский, Де́висов, Гудзо́нов, Фло́ри́дский, Юката́нский, Пана́мский канал, Бе́рингов

Острова: Гренла́ндия, Кана́дский Аркти́ческий архипелаг (Ба́ффина Земля́, Викто́рия, Банкс, Де́вон, Э́лсмир, Па́рри, арх.), Ньюфа́ундленд, Антико́сти, Лонг-А́йленд, Берму́дские, Бага́мские, Большие Анти́льские (Ку́ба, Яма́йка, Гаи́ти, Пуэ́рто-Ри́ко), Малые Анти́льские, Ванку́вер, Короле́вы Шарло́тты, Алекса́ндра, арх., Ка́дьяк, Алеу́тские, Свято́го Лавре́нтия

Полуострова: Лабрадо́р, Но́вая Шотла́ндия, Фло́ри́да, Юката́н, Калифо́рния, Аля́ска, Ке́най, Сью́ард, Бу́тия, Ме́лвилл

Мысы: Мо́ррис-Дже́сеп, Сент-Ча́рльз, Ма́рьято, При́нца Уэ́льского, Ме́рчисон.

Орография: Горы Аппала́чи (Ми́тчелл, г., 2037 м), Приатланти́ческая низм., Примексика́нская низм., Центра́льные равнины, Миссиси́пская низм., Вели́кие равнины, Лавренти́йская возв., Кордилье́ры, Брукс хребет, Алеу́тский хребет, Ка́тмай, влк. 2047 м, Аля́скинский хребет (Мак-Ки́нли, г., 6193 м), Берегово́й хребет, Каска́дные горы, Ша́ста, влк., 4317 м, хребет Сь́ерра-Нева́да, Береговы́е хребты, нагорье Большой бассе́йн, впадина Доли́на Сме́рти -85м, плато Колора́до, Скали́стые горы, Мексика́нское нагорье, Западная Сь́ерра-Ма́дре, Восточная Сь́ерра-Ма́дре, Ориса́ба, влк., 5700 м, Попокате́петль, влк., Южная Сь́ерра-Ма́дре.

Пустыни: Моха́ве, Соно́ра.

Реки: Миссиси́пи (Миссу́ри, Йе́ллоустон), Арка́нзас, Ред-Ри́вер, Виско́нсин, Ога́йо, Колора́до (Атлантический океан), Ри́о-Гра́нде, Свято́го Лавре́нтия, Ниага́ра (Ниага́рский вдп.), Не́льсон, Че́рчилл, Саска́чеван, Атаба́ска, Нево́льничья, Пис-Ри́вер, Макке́нзи, Ю́кон, Фре́йзер, Йо́се-митский вдп. (Йо́се-мити-Крик), Колу́мбия (Снейк), Колора́до (Тихий океан), Сакраме́нто (Сан-Хоаки́н).

Озера: Ве́рхнее, Гуро́н, Мичига́н, Э́ри, Онта́рио, Ви́ннипег, Виннипего́сис, Оле́нье, Атаба́ска, Большое Медве́жье, Большое Нево́льничье, Большое Соле́ное, Никара́гуа.

Водохранилища:

1. Го́рдон (р. Пис-Ривер), 2. Да́ниел-Джо́нсон (Маникуаган-5) / р и оз. Маникуаган, 3. Ла-Гранд 2 / р. Ла-Гранд, 4. Ла-Гранд 3 / р. Ла-Гранд, 5. Че́рчилл / р. Черчилл 6. Га́ррисон / р. Миссури, 7. Мид (Гувер) / р. Колорадо.

Евразия

Моря: Ба́ренцево, Бе́лое, Норве́жское, Се́верное, Балти́йское, Ирла́ндское, Средизе́мное, Лигури́йское, Тирре́нское, Адриати́ческое, Иони́ческое, Эге́йское, Мра́морное, Че́рное, Азо́вское, Кра́сное, Арави́йское, Андама́нское, Ява́нское, Ба́нда, Мо́лу-ккское, Сулаве́си, Су́лу, Южно-Кита́йское, Восточно-Кита́йское, Же́лтое, Япо́нское, Охо́тское, Бе́рингово, Чуко́тское, Восточно-Сибирское, Ла́птевых, Ка́рское.

Заливы: Пече́рская губа, Че́шская губа, Мезе́нская губа, Дви́нская губа, Оне́жская губа, Канда́лакшский, Вара́нгер-фьорд, Со́гне-фьорд, Ботни́ческий, Фи́нский, Ри́жский, Гда́ньский, Кардига́н, Бристо́льский, Сен-Мало́, Биска́йский, Лио́нский, Генуэ́зский, Венециа́нский, Та́ранто, Каркини́тский, Сива́ш, Суэ́цкий, А́денский, Перси́дский, Ома́нский, Бенга́льский, Сиа́мский, Бакбо́ (Тонки́нский), Бохайва́нь, Ляоду́нский, Западно-Коре́йский, Восточно-Коре́йский, Петра́ Вели́кого, Ани́ва, Терпе́ния, Ше́лихова, Гижи́гинская губа, Пе́нжинская губа, Кара́гинский, Ана́дырский, Я́нский, Олене́кский, Ха́тангский, Енисе́йский, Гыда́нская губа, О́бская губа, Байдара́цкая губа.

Проливы: Скагерра́к, Каттега́т, Э́рессун (Зунд), Большой Бельт, Малый Бельт, Па́де-Кале́ (Ду́врский), Ла-Манш (Английский канал), Гибралта́рский, Бонифа́чо, Туни́сский, Мальти́йский, Месси́нский, Дардане́ллы, Босфо́р, Ке́рченский, Суэ́цкий канал, Баб-эль-Манде́бский, Орму́зский, По́лкский, Мала́ккский, Зо́ндский, Макаса́рский, Тайва́ньский, Коре́йский, Лаперу́за, Тата́рский, Бе́рингов, Ло́нга, Са́нникова, Дмитрия Ла́птева, Вильки́цкого, Шока́льского, Юго́рский Шар, Ка́рские Воро́та, Ма́точкин Шар.

Острова: Шпицбе́рген, Ян-Ма́йен, Исла́ндия, Новая Земля́, Вайга́ч, Колгу́ев, Ала́ндские, Го́тланд, Э́ланд, Бо́рнхольм, Зела́ндия, Фюн, Северо-Фри́зские, Восточно-Фри́зские, Великобрита́ния, Ирла́ндия, Шетла́ндские, Оркне́йские, Гебри́дские, Фаре́рские, Норма́ндские, Азо́рские, Балеа́рские, Ко́рсика, Сарди́ния, Э́льба, Ка́при, Липа́рские, (Стро́мболи, Вулька́но), Сици́лия, Ма́льта, Иони́ческие, Крит, Э́вбе́я, Кипр, Бахре́йн, Лаккади́вские, Мальди́вские, Ча́гос, арх., Шри-Ла́нка, Андама́нские, Никоба́рские, Мала́йский архипелаг, Больши́е Зо́ндские (Сума́тра, Я́ва, Калиманта́н, Сулаве́си), Малы́е Зо́ндские (Ба́ли,

Сумба'ва, Су'мба, Фло'рес, Тимо'р), Молюккские, Филиппи'нские (Лусо'н, Миндана'о, Пала'ван, арх. Су'лу), Хайна'нь, Тайва'нь, Япо'нские (Хокка'йдо, Хо'нсю, Сико'ку, Кю'сю, Рюкю' (Нансе'й)), Цуси'ма, Сахали'н, Шанта'рские, Кури'льские (Кунаши'р, Итуру'п, Уру'п, Парамуши'р), Кара'гинский, Командо'рские, Вра'нгеля, Новосибирские (Де-Ло'нга, Анжу', Ля'ховские), Северная Земля' (Октя'брьской Револю'ции, Большеви'к, Комсомо'лец, Пионе'р), Земля Фра'нца-Ио'сифа.

Мысы: Но'рдкин, Ро'ка, Марроки', Лопа'тка, Дежне'ва, Челю'скин, Пиа'й, Баба'.

Полуострова: Скандина'вский, Ко'льский, Ка'нин, Ютла'ндия, Ко'рнуолл, Уэ'льс, Котанте'н, Брета'нь, Пирене'йский, Апенни'нский, Балка'нский, Пелопонне'с, Кры'мский, Ке'рченский, Апшере'нский, Мангышла'к, Малая А'зия, Арави'йский, Сина'йский, Индоста'н, Индокита'й, Мала'кка, Шаньду'нский, Ляоду'нский, Коре'йский, Камча'тка, Чуко'тский, Таймы'р, Гыда'нский, Яма'л.

Орография Европы: Ге'кла, влк., Скандина'вские горы, Смо'ланд, возв., Но'рландское плато, Ма'нселькя, возв., горы Хиби'ны, Среднеевропе'йская равн., Северо-Шотла'ндское нагорье, Южно-Шотла'ндская возв., Пенни'нские горы, Кембри'йские горы, Норма'ндская возв., Центра'льный массив, горы Шва'рцвальд, горы Воге'зы, Верхнере'йнская низм., Арде'нны, Ре'йнские Сла'нцевые горы, Ру'дные горы, Суде'ты, Малопо'льская возв., горы Пирене'и (пик Ане'то, 3404 м), Ибери'йские горы, Кантабри'йские горы, плоскогорье Месе'та, Андалу'зские горы, А'льпы (г. Монбла'н, г. 4807 м), Юра', Пада'нская низм., Апенни'ны горы, Везу'вий, влк. 1277 м Э'тна, влк., Карпа'ты (Герлахо'вски-Штит, г. 2655 м), Ста'ра-Планина', Нижнедуна'йская равнина, Среднедуна'йская равнина, Дина'рское нагорье, Пинд горы, Оли'мп, г. 2917 м, Восточно-Европе'йская равнина, Тима'нский кряж, Северные Ува'лы, Валда'йская возв., Белору'сская гряда, Поле'сская низм., Смоле'нско-Моско'вская возв., Приво'лжская возв., Среднеру'сская возв., Приднепро'вская низм., Приднепро'вская возв., Подо'льская возв., Причерномо'рская низм., Ку'мо-Ма'нычская впадина, Прикаспи'йская низм., возв. О'бщий Сырт, Кры'мские горы (г.Рома'н-Кош, 1545м), Ура'л (На'родная, г. 1895 м), Мугоджа'ры, горы.

Орография Азии: Большой Кавка'з (Эльбру'с, г., 5642 м, Казбе'к, г., 5033 м), Малый Кавка'з, Колхи'дская низменность, Кура'-Ара'ксинская низменность, Западно-Сибирская низменность, горы Бырра'нга, Средне-Сибирское плоскогорье, Путора'на, плато, Енисе'йский кряж, Верхоя'нский хребет, Джугджу'р хребет, Че'рского хребет, Я'но-Индиги'рская низм., Чуко'тское нагорье, Среди'нный хребет, вкл. Ключевска'я Со'пка, Сихотэ'-Али'нь, Большой Хинга'н, Малый Хинга'н, Станово'й хребет, Алда'нское нагорье, Станово'е нагорье, Вити'мское плоскогорье, Я'блоновый хребет, Восточный Сая'н, Западный Сая'н, Алта'й (Белу'ха, г., 4506 м), Монгольский Алта'й, горы, Каза'хский мелкосопочник, Тура'нская низм., плато Устю'рт, плато Мангышла'к, Карагие' впадина -132 м, Тянь-Шань (Победы пик, 7439), Пами'р (Коммунизма, пик, 7495 м), Джунга'рская равнина, Тари'мская (Кашга'рская) равнина, горы Гиндуку'ш, горы Каракору'м, горы Куньлу'нь, Алтынта'г хребет, Наньша'нь горы, Тибе'т нагорье, Турфа'нская впадина, О'рдо'с плато, Ле'ссовое Плато, Великая Кита'йская равнина, Фудзия'ма, влк., 3776 м, Краката'у, влк., 813 м, Индо-Га'нгская низм., Западные Га'ты (Сахьядри') горы, Восточные Га'ты горы, Дека'н плоскогорье, Гимала'и (Эвере'ст, 8848 м), Ира'нское нагорье, За'грос горы, Копетда'г хребет, Эльбу'рс горы, Армя'нское нагорье (Большой Арара'т, г., 5165 м), Малоазиа'тское нагорье, Понти'йские горы, Тавр хребет, Анатоли'йское плоскогорье, Месопота'мская низм.

Пустыни: Кызылку'м, Караку'мы, Бетпа'к-Дала', Го'би, Алаша'нь, Та'кла-Мака'н, Тар, Руб-эль-Ха'ли, Большой Нефу'д, Сири'йская пустыня.

Реки Европы: Те'мза, Те'жу (Та'хо), Гвадиа'на, Гвадалквиви'р, Э'бро, Гаро'нна, Жиро'нда (эстуарий), Луа'ра, Се'на, Ро'на, Рейн (Майн, Рур), Ве'зер, Э'льба (Ла'ба), О'дра (О'дер), (Ва'рта), Ви'сла (Буг), Дуна'й (Ти'са, Прут, Дра'ва, Са'ва), По, Тибр, Печо'ра, Мезе'нь, Северная Двина (Юг, Сухо'на, Вы'чегда), Оне'га, Нева', Западная Двина' (Да'угава), Не'ман, Во'лга (У'нжа, Ока', Ветлу'га, Ка'ма, Чусова'я, Бе'лая, Вя'тка, Ахту'ба), Днепр (Березина', Сож, При'пять, Десна'), Южный Буг, Днестр, Дон

(Хопёр, Медве́дица, Се́верский Доне́ц), Ура́л, Э́мба.

Озера Европы: И́нари, Ве́нерн, Ве́ттерн, Ме́ларен, И́мандра, Оне́жское, Ла́дожское, Бе́лое, И́льмень, Пско́вское, Чудско́е, Лох-Несс, Же́не́вское, Бо́денское, Га́рда, Ба́латон, Охри́дское.

Реки Азии: Кума́, Те́рек, Кура́, Ара́кс, Куба́нь, Обь (Би́я, Кату́нь, Ирты́ш, Тобо́л), Таз, Енисе́й (Большой Енисей, Малый Енисей, Ангара́), Подка́менная Тунгу́ска, Нижняя Тунгу́ска, Ха́танга, Оленёк, Ле́на (Вити́м, Олёкма, Алда́н, Виллю́й), Я́на, Индиги́рка, Колыма́, Ана́дырь, Пе́нжина, Аму́р (Ши́лка, Аргу́нь (Хайлар), Зе́я, Буре́я, Су́нгари), Селенга́, И́ли, Сырда́рья, Амударья́, Евфра́т, Тигр, Шатт-эль-Ара́б, Гильме́нд, Инд, Ганг, Брахмапу́тра, Меко́нг (Дза-Чу), Янцзы́ (Чанцзян), Хуанхэ́, Тари́м.

Озера Азии: Чаны́, Таймы́рское, Ха́нка, Байка́л, Теле́цкое, Зайса́н, Алако́ль, Балха́ш, Иссы́к-Куль, Тенги́з, Ара́льское, Каспи́йское, залив Кара́-Бога́з-Гол, Эльто́н, Баскунча́к, Сева́н, Туз, Ван, У́рмия, Мёртвое море, –395 м, Лобно́р, Кукуно́р (Цинха́й).

Водохранилища: Ку́йбышевское / р. Волга, Волгогра́дское / р. Волга, Ци́мля́нское / р. Дон, Бухта́рми́нское / р. Ирты́ш, Виллю́йское / р. Виллю́й, Ирку́тское / р. Ангара, оз. Байкал, Бра́тское / р. Ангара, Усть-Или́мское / р. Ангара, Богуча́нское / р. Ангара, Сая́нское / р. Енисей, Красноя́рское / р. Енисей, Зе́йское / р. Зея.

МАТЕРИАЛ ДЛЯ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ

Примерный перечень вопросов к экзамену по общему землеведению

1. География в системе географических наук. Объект и предмет изучения общего землеведения.
2. Общие представления о Вселенной и солнечной системе.
3. Система Земля-Луна. Приливы и отливы. Лунные и солнечные затмения.
4. Форма и размеры Земли, их географические следствия.
5. Движения Земли и их географические следствия.
6. Гравитационное поле Земли.
7. Магнитное поле Земли.
8. Общие представления о литосфере, ее строении, мощности.
9. Состав, внутреннее строение Земли.
10. Теория тектоники литосферных плит.
11. Основные структурные элементы земной коры.
12. Поверхность Земли. Гипсографическая кривая Земли.
13. Эндогенные и экзогенные процессы рельефообразования. Классификации форм рельефа.
14. Атмосфера: границы, состав, строение, значение для географической оболочки.
15. Солнечная радиация, ее широтно-полярное распределение.
16. Радиационный баланс и тепловой баланс земной поверхности и атмосферы.
17. Тепловой режим земной поверхности и воздуха. Географическое распределение температуры воздуха у земной поверхности.
18. Вода в атмосфере.
19. Географическое распределение осадков.
20. Атмосферное давление и ветер.
21. Общая циркуляция атмосферы.
22. Воздушные массы и атмосферные фронты.
23. Погода и климат.
24. Общие сведения о гидросфере.
25. Физико-химические свойства воды и их значение для природных процессов.
26. Круговорот воды и водный баланс Земли.
27. Распространение воды на Земле. Происхождение природных вод.
28. Мировой океан и его части.
29. Воды суши: реки, озера, подземные воды, болота, ледники.
30. Современные представления о биосфере, границы биосферы. Распространение живых организмов.
31. Живое вещество и его функции в биосфере.
32. Роль биосферы в географической оболочке.
33. Роль человека в развитии биосферы.

34. Понятие о почве. Географическое распространение основных типов почв.
35. Понятие о географическом ландшафте.
36. Географическая оболочка: границы, структура, компоненты, элементы.
37. Закономерности строения и развития географической оболочки.
38. Эволюция географической оболочки.
39. Современное состояние географической оболочки.
40. Понятие о глобальных проблемах человечества.

Репозиторий ВГУ

СПИСОК ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

№ п/п	Перечень литературы	Год изда- ния
Основная		
1	Неклюкова, Н. П. Общее землеведение / Н.П. Неклюкова. Ч.1-2. – М.: Просвещение	1975, 1976.
2	Любушкина, С.Г., Пашканг, К.В. Естествознание: Землеведение и краеведение: Учеб. пособие для студ. пед. вузов / С.Г. Любушкина, К.В. Пашканг. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС	2002
3	Гледко Ю.А. Курс лекций по общему землеведению / Ю.А. Гледко, М.В. Кухарчик. – Мн.	2008
4	Гледко Ю.А. Практикум по общему землеведению / Ю.А. Гледко, Е.В. Матюшевская. – Мн.	2006
5	Общее землеведение: практикум / Авт-сост.: Г.И. Пиловец, И.А. Красовская. – Витебск: Издательство УО «ВГУ им. П.М. Машерова»	2007
6	Боков, В. А., Селивестров Ю. П., Черванев И. Г. Общее землеведение / В. А. Боков, Ю. П. Селивестров, И. Г. Черванев. – СПб.	1998
Дополнительная		
1	Ратобылский, Н. С., Лярский, П. А. Землеведение и краеведение / Н.С. Ратобылский, П.А. Лярский. – Мн.: Издательство «Университетское»	1987
2	Неклюкова, Н. П. Практикум по общему землеведению / Н.П. Неклюкова. – М.	1997
3	Пашканг, К. В. Практикум по общему землеведению Учеб. Пособие для студ.-географов пед. ин-тов. / К.В. Пашканг. – М.: Высш. школа	1982
4	Галант, П. Г., Гурвич, Е. М. Практические занятия по землеведению и краеведению: / П.Г., Галант, Е.М. Гурвич. – М.	1988
5	Сладкопевцев, С.А. Землеведение и природопользование: Учеб. пособие для студентов вузов / С.А. Сладкопевцев. – М.: Высш.шк.	2005
6	Калесник, С. В. Общие географические закономерности Земли / С.В. Калесник. – М.	1970
7	Мильков, Ф. Н. Общее землеведение: Учеб. для студ. географ. спец. вузов / Ф.Н. Мильков. – М.	1990

ПЕРЕЧЕНЬ СПРАВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ И АТЛАСОВ

Справочные материалы:

1. Бердышев С.Н. Популярный географический энциклопедический словарь / С.Н. Бердышев. – М., 2002. – 768 с.
2. Географический энциклопедический словарь / под ред. В.М. Котлякова. – М., 2003. – 903 с.
3. Геаграфія ў тэрмінах і паняццях: энцыкл. даведнік. Мн.: БелЭН, 2003. – 352 с.
4. Левашов Е.А. Географические названия: слов.-справ. / Е.А. Левашов. – СПб, 2000. – 602 с.
5. Реймерс Н.Ф. Природопользование: слов.-справ. / Н.Ф. Реймерс. – М., 1990. – 637 с.
6. Российский энциклопедический словарь: 2 кн. / гл. ред. А.М. Прохоров. – М., 2000. – 1023 с.

Атласы:

1. Географический атлас для учителей средней школы. – М.: ГУГК, 1982. – 236 с.
2. Атлас мира. – М., 2000. – 448 с.
3. Атлас стран мира. – М., 2003. – 103 с.
4. Большой атлас школьника. – М., 2000. – 180 с.
5. Большой географический атлас мира / пер. с исп. И.М. Вершининой, Н.А. Врублевской. – М., 2004. – 432 с.
6. Географический атлас мира / пер. с нем. – М., 1999. – 224 с.
7. Географический атлас мира. – М., 1997. – 96 с.
8. Нацыянальны атлас Беларусі. – Мн., 2002. – 292 с.
9. Обзорно-географический атлас мира. – М., 2003. – 177 с.

Учебное издание

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕВЕДЕНИЕ

Учебно-методический комплекс

КРАСОВСКАЯ Ирина Анатольевна

ГАЛКИН Александр Николаевич

Общее землеведение

Технический редактор Г.В. Разбоева

Корректор Л.В. Моложавая

Компьютерный дизайн Т.Е. Малнач

Подписано в печать _____.2013. Формат 60x84¹/₁₆. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. _____. Уч.-изд. л. _____. Тираж ___. Заказ _____.

Издатель и полиграфическое исполнение – учреждение образования
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова»
ЛИ № 02330/0494385 от 16.03.2009.

Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Витебский государственный университет им. П.М. Машерова»
210038, г. Витебск, Московский проспект, 33.