

# 02 Содержание учебно-методического комплекса по учебной дисциплине

«Общее землеведение»

для специальности

1-31 02 01-02 География (научно-педагогическая деятельность)

1-33 01 02 Геоэкология

01 Титульный лист

02 Содержание

03 Пояснительная записка

1. Теоретический раздел

2. Практический раздел

2.1 Задания для практических работ

2.2 Задания для семинарских занятий

3. Контроль знаний

3.1 Перечень вопросов к экзамену

3.2 Образец тестовых заданий по дисциплине

3.3 Курсовая работа

3.4 Минимум географических названий

4. Вспомогательный материал

4.1 Учебная программа дисциплины

4.2 Перечень рекомендуемой литературы

# 03 Пояснительная записка

**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.

Цель ЭУМК – способствовать усвоению студентами научных знаний в области физической географии и экологии, с первого года обучения помочь им понять основные закономерности природы Земли и взаимосвязь природных явлений.

Изучение данной учебной дисциплины в комплексе с другими дисциплинами географического профиля позволяет сформировать профессионально подготовленного специалиста и гармонически развитую личность. Основной целью ЭУМК является формирование на основе компетентностного подхода у студентов знаний, умений и навыков в области изучения 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.

Концепция землеведения, которая сложилась как системное учение о целостном объекте – географической оболочке – главным образом на протяжении ХХ в., в настоящее время приобретает дополнительную основу в виде космического землеведения, изучения глубинного строения Земли, физической географии Мирового океана, планетологии, эволюционной географии и исследования окружающей среды и ее сохранения для человечества и всего биологического многообразия. В связи с этим направленность общего землеведения заметно трансформировалась – от познания фундаментальных географических закономерностей к исследованию на этой основе «очеловеченной» природы с целью оптимизации природной среды и управления процессами, в том числе обусловленными человеческой деятельностью и ее последствиями, на планетарном уровне.

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 процесса, происходящими в ней;
* формулировать основные географические закономерности и определять границы их проявления;
* пользоваться разными источниками географической информации и иметь навыки их реферирования.

**владеть:**

* навыками работы с географическими картами;
* методикой составления комплексных физико-географических профилей;
* навыками самостоятельного изучения современных географических
* проблем, включая глобальные экологические проблемы;
* навыками получения дополнительной информации с использованием современных технических средств.

**Задачи ЭУМК**:

* освоение и формирование базового понятийно-терминологического аппарата, методики изучения географической оболочки;
* выявление структурных особенностей, пространственной дифференциации географической оболочки;
* познание основных географических законов и закономерностей;
* выявление взаимосвязей между компонентами географической оболочки;
* выявление и познание современных экологических проблем, происходящих в географической оболочке и приобретение навыков выбора путей решения данных проблем.

**В структуру ЭУМК входят разделы**: теоретический, практический, контроля знаний и вспомогательный.

*Теоретический раздел ЭУМК* содержит материалы для теоретического изучения учебной дисциплины «Общее землеведение» в объеме, установленном типовым учебным планом специальностей 1–31 02 01-02 «География» (научно-педагогическая деятельность) и 1–33 01 02 «Геоэкология».

*Практический раздел ЭУМК* содержит материалы для проведения практических и семинарских занятий в соответствии с типовым учебным планом по указанным специальностям. Кроме этого раздел включает требования к курсовой работе, подготовка которой также предусмотрена учебным планом специальностей, и примерный перечень тем курсовых работ на выбор. Также приведен минимум географических названий по основным темам теоретического материала дисциплины, включающий около тысячи наименовании.

*Раздел контроля знаний ЭУМК* содержит перечень вопросов к экзамену, а также примеры тестовых заданий по дисциплине для текущего и итогового контроля знаний студентов, позволяющие определить соответствие результатов учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации образовательных программ высшего образования.

*Вспомогательный раздел ЭУМК* содержит учебную программу, а также перечень учебных изданий и информационных ресурсов, рекомендуемых для изучения учебной дисциплины.

В ходе изучения ЭУМК «Общее землеведение» большое внимание уделяется работе студентов с картами общего и специального назначения (физическая, климатическая карты, карта строения земной коры, орографическая карта, карты климатических поясов и природных зон); выполнению индивидуальных комплексных заданий по изучению строения и основных законов географической оболочки.

Преподавание дисциплины базируется на тесной связи с дисциплинами: «Метеорология и климатология», «Геология», «Гидрология», «Геоморфология».

Дисциплина государственного компонента «Общее землеведение» преподается студентам 1-го курса специальностей 1–31 02 01-02 «География» (научно-педагогическая деятельность) и 1–33 01 02 «Геоэкология» в первом семестре. Общее количество часов по дисциплине составляет 162, из них аудиторных – 72 (40 – лекционных; 18 – практических и 14 – семинарских занятий). Предусматривается курсовая работа. Итоговый контроль знаний осуществляется в форме экзамена.

# **1. Теоретический раздел**

## Лекция 1. География в системе наук о Земле.

1. Общее землеведение в системе географических наук
2. Предмет изучения общего землеведения
3. История развития общего землеведения
4. Методы исследования географической оболочки

### 1.1 Общее землеведение в системе географических наук

**Общее землеведение** – фундаментальная наука, изучающая общие закономерности строения, функционирования и развития географической оболочки в целом, ее компонентов и природных комплексов в единстве и взаимодействии с окружающим пространством на разных уровнях его организации (от Вселенной до атома) и устанавливающая пути создания и существования современных природных (природно-антропогенных) обстановок, тенденций их возможного преобразования в будущем (В.А. Боков, Ю.П. Селиверстов, И.Г. Черванев, 1998).

**География –** комплекс тесно связанных между собой наук, который делится на четыре блока (по В.П. Максаковскому, 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.

Региональная физическая география изучает конкретные природно-территориальные комплексы, особенности их строения, развития и тенденций формирования.

Частные физико-географические науки исследуют отдельные геосферы внутри географической оболочки, их строение и свойства: геоморфология (наука о рельефе земной поверхности и породах, его подстилающих); метеорология и климатология (науки, изучающие воздушную оболочку Земли, формирование климатов и их географическое распространение); гидрология (наука, изучающая водную оболочку Земли); почвоведение (рассматривает закономерности образования почв, их развитие, состав и пространственное размещение); биогеография (изучает состав живых организмов, их распространение и формирование биоценозов).

Задача палеогеографии – изучение географической оболочки и динамики природных условий в прошлые геологические эпохи.

Все физико-географические науки объединяет единый объект исследования. Сейчас 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** – материальная система, образованная при взаимопроникновении и взаимодействии атмосферы, гидросферы, литосферы, живого вещества, а на современном этапе – и человеческого общества.

Общее землеведение представляет собой фундаментальную физико-географическую науку, формирующую основной понятийный аппарат физической географии. Общее землеведение изучает планетарную систему Земли – географическую оболочку. Следовательно, **объектом науки** «Общее землеведение» является географическая оболочка как единая система, **предметом** **науки** – исследование закономерностей структуры, функционирования, динамики и эволюции географической оболочки, проблемы территориальной дифференциации.

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). Таким образом, география не является наукой о Земле вообще, а изучает только определенную и довольно тонкую ее пленку – географическую оболочку.

### 1.2. Предмет изучения общего землеведения

Географическая оболочка (ГО) – сложная внешняя оболочка Земли, в пределах которой происходят интенсивные взаимодействия минеральной, водной и газовой сред, а после возникновения биосферы, и живого вещества под воздействием космических явлений, прежде всего, солнечной энергии.

Единой точки зрения по поводу границ географической оболочки среди ученых не существует. Оптимальными границами ГО являются верхняя граница тропосферы (тропопауза) и подошва зоны гипергенеза – граница проявления экзогенных процессов, в пределах которых находится основная масса атмосферы, вся гидросфера и верхний слой литосферы с живущими или жившими в них организмами и следами человеческой деятельности.

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 осознанную необходимость и потребность соизмерять деятельность общества и каждого человека с возможностями сохранения позитивных экологических качеств и свойств окружающей среды.

### 1.3. 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 фактов в систему, создание классификаций и теорий;

– научный прогноз, практическое применение теории.

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

**Сбор и накопление фактов**. Античная география в основном имела *описательную функцию*, занималась описанием вновь открытых земель. Эту задачу география выполняла вплоть 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. В этот период появились первые географические труды Геродота, Пифея, Аристотеля, Эратосфена, Гиппарха, Страбона и несколько позднее Птолемея.

В течение длительного периода средневековья (раннего III – XI вв. и позднего XI – XV вв.) в разных государствах и регионах развитие географии и накопление сведений о Земле были неодинаковыми. Больше других пострадала Европа, где церковь преследовала науку и отвергала многие полученные ранее знания из области естествознания, например, о шарообразности Земли, установленные очертания материков и т.д. В то же время средневековая география стран Центральной и Восточной Азии активно развивалась под влиянием торговли, строительства городов, издания книг и карт. К значительным трудам этого времени относятся работы Масуди, Бируни. Идриси, Ибн-Баттуты. Наиболее интересные сведения были собраны Марко Поло о Китае, Индии, Цейлоне и Аравии (1271-1295) и Афанасием Никитиным об Иране и Индии (1466-1478).

Переход от феодальных отношений к капиталистическим, развитие товарного производства, поиски новых торговых путей явились основными предпосылками эпохи Великих географических открытий XV-XVII вв. Основные вехи этой эпохи:

– открытие Америки экспедициями Х. Колумба (1492-1504);

– открытие Васко да Гама морского пути в Индию (1497-1498);

– первое кругосветное путешествие Ф. Магеллана (1519-1520);

– открытие Сибири и Дальнего Востока походами Ермака (1581), И. Москвина (1639), С. Дежнева (1648), Е. Хабарова (1650-1653).

– поиски северо-западного и северо-восточного путей в Индию (экспедиции Дж. Кабота, Г. Гудзона, А. Баренца).

Помимо открытий достижениями географии являлось широкое использование навигационных приборов и карт. Изобретение книгопечатания привело к появлению печатных карт и атласов. Повышению точности карт способствовало использование картографических проекций, основные заслуги в разработке которых принадлежат фламандскому картографу Г. Меркатору (1512-1594). Основными центрами развития географии были Венеция, Флоренция, Нидерланды. Известные европейцам территории земного шара в результате Великих географических открытий увеличились в шесть раз. Было изучено 60 % всей суши, а также практически вся акватория Мирового океана.

Промышленная революция в капиталистических странах Европы, активная торговля колониальных держав (Португалии, Испании, Англии, Франции, Голландии), а также успехи науки оказывали большое влияние на дальнейшее развитие географии. Продолжались крупные экспедиции с открытием Австралии и многих островов Тихого океана (Дж. Кук), изучением севера Евразии, Камчатки, Сахалина (П. Крузенштерн и Ю. Лисянский, В. Беринг, И. Прончищев, Д. Лаптев, С. Челюскин, Г. Шелихов), открытием Антарктиды (Ф. Беллинсгаузен и М. Лазарев). Крупные успехи были достигнуты в изучении внутренних частей Азии (Н. Пржевальский, П. Семенов-Тяньшанский, В. Обручев), Африки (Д. Ливингстон, Г. Стэнли, В. Юнкер, Е. Ковалевский, Н. Вавилов), Южной Америки (А. Гумбольдт, А. Веспуччи).

На рубеже XVI и XVII вв. начинают оформляться контуры землеведения. 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. Предмет географии, по Б. Варению, составляет земноводный круг, образованный взаимопроникающими друг в друга частями – землей, водой, атмосферой.

**Создание классификаций и теорий.** В XVIII–XIX 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 развертывается 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 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 создал научную школу, в которую входили такие крупные географы, как Э. Реклю, Ф. Ратцель, Ф. Рихтгофен, Э. Ленц, внесшие значительный вклад в понимание географических особенностей отдельных частей Земли и обогатившие содержание теоретического землеведения и физической географии.

Развитие географической мысли в России в XVIII-XIX 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 XIX ст. В.В. Докучаев приходит к важнейшему теоретическому обобщению в общем землеведении – закону мировой географической зональности, он считал 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** – 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.

В 1932 г. **А.А. Григорьев** (1883–1968) выступает со статьей «Предмет и задачи физической географии», в которой говорится о том, что земная поверхность представляет собой качественно особую вертикальную физико-географическую зону или оболочку. Она характеризуется 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.

**Научный прогноз, практическое применение теории.** В 50-х годах XX века в развитии общего землеведения наступил качественно новый этап.Продолжающаяся дифференциация географии привела к детальным разработкам ее отдельных частей. Появились специальные исследования ледникового покрова и его палеогеографического значения (К.К. Марков), геофизического механизма дифференциации земной поверхности по географическим зонам и высотной поясности (М.И. Будыко), истории климата на фоне изменений географической оболочки в прошлом (А.С. Монин), ландшафтных систем мира в их единстве и генетических различиях (А.Г. Исаченко), ландшафтной оболочки, как части географической оболочки (Ф.Н. Мильков). В эти годы был установлен периодический закон географической зональности Григорьева–Будыко, выявлена огромная роль биоорганического вещества в формировании специфических геологических образований далекого прошлого (А.В. Сидоренко), появились новые направления географии – космическое землеведение, глобальная экология и т.д.

### 1.4. Методы исследования географической оболочки

Все разнообразие методов географических исследований сводится к трем категориям: *общенаучные, междисциплинарные и специфические* для данной науки (по Ф.Н. Милькову, 1990).

**Общенаучные методы**. Важнейшим общенаучным методом является *материалистическая диалектика*. Ее законы и основные положения о всеобщей связи явлений, единстве и борьбе противоположностей, переходе количественных изменений в качественные, отрицании отрицания составляют методологическую основу географии. С материалистической диалектикой связан и *исторический метод*. В физической географии исторический метод нашел свое выражение в палеогеографии. Общенаучное значение имеет *системный подход* к изучаемому объекту. Каждый объект рассматривается как сложное образование, состоящее из структурных частей, взаимодействующих друг с другом.

**Междисциплинарные методы** – общие для группы наук. В географии это математический, геохимический, геофизический методы и метод моделирования. Для изучения объектов используются количественные характеристики, математическая статистика. В последнее время широко применяется компьютерная обработка материалов. *Математический метод* – важный метод в географии, но нередко тестирование, запоминание количественных характеристик подменяют развитие творческой, думающей личности. *Геохимический и геофизический методы* позволяют оценить потоки вещества и энергии в географической оболочке, круговороты, термический и водный режимы.

*Модель (метод моделирования)* – графическое изображение объекта, отражающее структуру и динамические связи, дающее программу дальнейших исследований.

**К специфическим методам** в географии относятся сравнительно-описательный, экспедиционный, картографический, аэрокосмический.

*Сравнительно-описательный и картографический методы* – самые старые методы в географии. А. Гумбольдт в «Картинах природы» писал, что сравнивать между собой отличительные особенности природы отдаленных стран и представлять результаты этих сравнений – благодарная задача географии. Сравнение выполняет ряд функций: определяет ареал сходных явлений, разграничивает сходные явления, делает незнакомое знакомым. Выражением сравнительно-описательного метода служат различного рода изолинии – изотермы, изогипсы, изобары и т.д. Без них невозможно представить ни одной отраслевой или комплексной научной дисциплины физико-географического цикла. Наиболее полное и разностороннее применение сравнительно-описательный метод находит в страноведении.

*Экспедиционный метод* исследования называют полевым. Полевой материал, собранный в экспедициях, составляет хлеб географии, ее фундамент, опираясь на который только и может развиваться теория. Экспедиции как метод сбора полевого материала берут начало с античных времен. Геродот в середине 5 века до н.э. совершил многолетнее путешествие, давшее ему необходимый материал по истории и природе посещенных стран. В своем девятитомном труде «История» он описал природу, население, религию многих стран (Вавилон, Малая Азия, Египет), привел данные о Черном море, Днепре, Доне. Далее следует эпоха Великих географических открытий – путешествия Колумба, Магеллана, Васко да Гаммы и др.). В один ряд с ними следует поставить Великую Северную экспедицию в России (1733–1743), цель которой заключалась в исследовании Камчатки (изучена природа Камчатки, открыт северо-запад Северной Америки, описано побережье Северного Ледовитого океана, нанесена на карту крайняя северная точка Азии – мыс Челюскин). Глубокий след в истории отечественной географии оставили Академические экспедиции 1768–1774 гг. Они были комплексными, в их задачу входило описание природы, населения и хозяйства огромной территории – Европейской России, Урала, части Сибири.

Разновидностью полевых исследований являются географические стационары. Инициатива их создания принадлежит А.А. Григорьеву, первый стационар под его руководством был создан на Тянь-Шане. Широкой известностью пользуются географический стационар Государственного гидрологического института на Валдае, географический стационар МГУ.

*Картографический метод* исследования заключается в использовании карт в целях получения сведений (качественных и количественных характеристик); изучения взаимосвязей и взаимозависимостей явлений; установления динамики и эволюции явлений; нанесения данных мониторинга. Изучение географических карт – необходимое условие для успешных полевых работ. В это время выявляются пробелы в данных, определяются районы комплексных исследований. Карты – конечный итог полевых работ, они отражают взаиморасположение и структуру изученных объектов, показывают их взаимосвязи. Однако картографическое изображение плохо раскрывает динамику явлений. Последнее в настоящее время преодолевается за счет применения цифровых методов картографирования и создания геоинформационных систем (ГИС).

*Аэрофотосъемка* используется в географии с 30-х годов 20 века, *космические съемки* появились сравнительно недавно. Они позволяют в комплексе, на больших территориях и с большой высоты оценить изучаемые объекты.

*Метод балансов* – в основе находится универсальный физический закон – закон сохранения вещества и энергии. Установив все возможные пути входа и выхода вещества и энергии и измерив потоки, исследователь по их разности может судить, произошло ли накопление в геосистеме этих субстанций или расходовано ею. Балансовый метод используется в землеведении в качестве средства исследования энергетики, водного и солевого режимов, газового состава, биологического и других круговоротов.

Все географические исследования отличает специфический *географический подход* – фундаментальное представление о взаимосвязи и взаимообусловленности явлений, комплексный взгляд на природу. Он характеризуется территориальностью, глобальностью, историзмом.

## Лекция 2. Планета Земля в Солнечной системе и Космосе

1. Факторы формирования географической оболочки
2. Солнечная система и ее строение
3. Форм и размеры Земли
4. Движения Земли и их следствия

### 2.1. Факторы формирования географической оболочки

Географическая оболочка, сформировавшаяся на планете, испытывает со стороны космоса и недр Земли постоянное воздействие. Факторы ее 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.

**Космические факторы.** Земля – составная часть космоса, и все процессы, которые на ней происходят, требуют рассмотрения не только с земной точки зрения, а с более широкой – космической. *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 1022 звезд.

Расстояния во Вселенной определяются, следующими величинами: *астрономическая единица, световой год.* 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 × 1012 км.

Звезды в Метагалактике образуют *галактики* (от греч. galaktikos – млечный) – это большие звездные системы, в которых звезды связаны силами гравитации. Галактики – грандиозные звездные скопления. Предположение о том, что звезды образуют галактики, высказал И. Кант в 1755 г. Близкую к ней концепцию разработал П. Лаплас (1824). Заслуга Канта и Лапласа состояла в том, что они впервые в естествознании XVIII в. рассматривали природу в развитии, противопоставив свои воззрения механистическим и религиозным.

По Канту, Солнце и планеты образовались из разреженной туманности, в которой под действием сил притяжения из вращающихся кольцевых сгустков в дальнейшем сформировались планеты и их спутники. С точки зрения Лапласа планеты образовались из газа быстро вращающегося Солнца. Охлаждение и уплотнение газов обусловили основные черты строения Солнечной системы. Гипотезы Канта и Лапласа не утратили значения и в настоящее время.

Согласно гипотезе О.Ю. Шмидта (1947) Земля и другие планеты Солнечной системы образовались из облака межзвездной материи, захваченной Солнцем при его движении в Мировом пространстве. В процессе движения частицы облака сосредоточивались в экваториальной части и облако превращалось во вращающийся диск. За счет протяжения частиц возникли сгущения, из которых образовались тела различных размеров и массы. Такие тела на первом этапе эволюции околосолнечного облака О.Ю. Шмидт назвал «зародышевыми пла­нетами». В дальнейшем рост их происходил за счет столкновения частиц. Подобную «зародышевую планету» представляла собой Земля.

Практически во всех галактиках выделяется яркая центральная часть, называемая ядром. Яркость ядра объясняется высокой концентрацией звезд.

Наша Галактика называется *Млечный путь* **–** грандиозное звездное скопление, видимое на ночном небе как туманная, молочная полоса. Размеры галактики постоянно уточняются. В начале ХХ в. приняли следующие величины: диаметр галактического диска равен 100 тыс. св. лет, толщина – около 1000 св. лет. В Галактике 150 млрд. звезд, более 100 туманностей. Наша Галактика является спиральной галактикой. Плоский линзообразный диск Галактики погружен в разреженное звездное облако **–** гало. Гало состоит из очень старых, неярких звезд с небольшой массой. Они встречаются как поодиночке, так и в виде шаровых скоплений. Основным химическим элементом в нашей Галактике является водород, ¼ приходится на гелий.

В центре Галактики расположено ядро. Предполагается, что ядро представляет собой компактный массивный объект **–** черную дыру массой около миллиона масс Солнца. Одним из наиболее заметных образований в диске являются спиральные рукава, или ветви. В рукавах происходит активное звездообразование, здесь часто вспыхивают сверхновые звезды. Все межзвездное пространство заполнено веществом. Вещество распределено в пространстве неравномерно, образуя облака повышенной плотности **–** туманности. Темные туманности состоят, по-видимому, из пыли, светлые **–** из газа. Расстояние от Солнечной системы до центра Галактики составляет 23 **–** 28 тыс. св. лет. Солнце находится на периферии Галактики, вне спиральных рукавов. Для Земли это обстоятельство очень благоприятно: она расположена в относительно спокойной части Галактики и в течение миллиардов лет не испытывает влияния космических катаклизмов.

### 2.2. Солнечная система и ее строение

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, восьми планет, более 60 спутников, более 40 000 астероидов и около 1 000 000 комет. Радиус солнечной системы до орбиты Плутона составляет 5,9 млрд. км. До 2006 года вСолнечную систему включали девять планет (Меркурий; Венера; Земля и Луна; Марс; Юпитер; Сатурн; Уран; Нептун, Плутон), однако согласно принятой [*Международным астрономическим союзом*](http://en.wikipedia.org/wiki/International_Astronomical_Union) (МАС) резолюции, в которой были определены требования к планетам Солнечной системы, Плутон был исключен из их состава и переведен в разряд карликовых планет. Солнце совершает оборот вокруг своей оси за 25 земных суток. Вся Солнечная система обращается вокруг центра Галактики.

*Солнце* – центральная звезда Солнечной системы. Это ближайшая к Земле звезда. Диаметр Солнца составляет 1,39 млн. км, масса – 1,989 х 1030кг. 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), на гелий приходится 27 %, на углерод, азот, кислород, металлы – 2 %.

Совокупность физических изменений, происходящих на Солнце, называют *солнечной активностью.* Одним из ее проявлений является возникновение *солнечных пятен* – областей сильных магнитных полей.

Другими формами проявления солнечной активности являются протуберанцы и хромосферные вспышки. *Протуберанцы* представляют собой облака горячего газа с турбулентным движением масс, которые могут подниматься до высот в миллионы километров. *Хромосферные вспышки* – наиболее мощное проявление солнечной активности.

В результате процессов, совершающихся на Солнце, в мировое пространство направляется рентгеновское, ультрафиолетовое, световое, инфракрасное радиоволновое излучение, выбрасываются потоки электрически заряженных частиц. В периоды максимума солнечной активности велика роль корпускулярного потока сверхвысокой энергии. С таким энергетическим источником связано проявление на Земле многих явлений: магнитных бурь, полярных сияний. Поступающая солнечная радиация обеспечивает возможность жизни на планете.

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. *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.

Наблюдениями установлено, что солнечная активность подвержена циклическим изменениям. Период изменений составляет в среднем 11 лет. Существует также 90-летняя периодичность солнечной активности. 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 проявлением 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 – утратил статус планеты и с 2006 года переведен в разряд карликовых планет). Все планеты имеют общие свойства и особенности. К общим можно отнести следующие свойства:

– все планеты имеют шарообразную форму;

– все планеты вращаются 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.

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 (радиус Меркурия равен 2440 км, Венеры – 6052, Земли – 6371, Марса – 3390 км), высокая плотность вещества (Меркурий – 5,42 г/см3, Венера – 5,25 г/см3, Земля – 5,5 г/см3, Марс – 3,95 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.

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

Земля образовалась около 5 млрд. лет назад путем гравитационной конденсации из рассеянного в околосолнечном пространстве газо-пылевого вещества, содержащего все известные в природе химические элементы. Формирование Земли сопровождалось дифференциацией вещества, которой способствовал постепенный разогрев земных недр, в основном за счет теплоты, выделявшейся при распаде радиоактивных элементов (урана, тория, калия и др.). Результатом этой дифференциации явилось разделение Земли на концентрически расположенные слои – геосферы, различающиеся химическим составом, агрегатным состоянием и физическими свойствами. В центре образовалось ядро Земли, окруженное мантией. Из наиболее легких и легкоплавких компонентов вещества, выделившихся из мантии в процессах выплавления, возникла расположенная над мантией земная кора.

Вокруг Солнца Земля вращается по эллиптической орбите, в одном из фокусов которой расположено Солнце. Средний радиус орбиты 149,6 млн. км, в перигелии он уменьшается до 147,117 млн. км, а в афелии увеличивается до 152,083 млн. км. Скорость орбитального движения составляет 29,765 км/с, период обращения – 365,26 средних солнечных суток. Планета вращается вокруг оси, наклоненной к плоскости орбиты под углом 66º33/22//, делая оборот за 23 ч. 56 мин. 4 сек.

*Планеты-гиганты* расположены на большом расстоянии от Солнца, имеют большие размеры (радиус Юпитера равен 69 911 км, Сатурна – 58 232 км, Урана – 25 362 км, Нептуна – 24 624 км), однако плотность планет небольшая (Юпитер – 1,3 г/см3, Сатурн – 0,69 г/см3, Уран – 1,29 г/см3, Нептун – 1,64 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).

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 греч. astereideis – звездоподобные) – малые планеты Солнечной системы. Они образуют тонкое кольцо между орбитами Марса и Юпитера (предположительно образовались после разрушения планеты Фаэтон 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. Движутся по сильно вытянутым эллипсам. Число комет измеряется миллионами. С приближением к Солнцу у них резко обособляется «голова» и «хвост». Головная часть состоит изо льда и частиц пыли. В разреженной газопылевой 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 1000º С, 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 Диабло. Наиболее распространенными элементами метеоритов являются кислород, железо, кремний, магний, никель и др.

*Межпланетное вещество* в пределах Солнечной системы представлено не только массивными телами, но и в виде пыли и газа, состоящего из атомов водорода. Значительная часть вещества во Вселенной находится в особой форме, которую называют плазмой. Космическая плазма чрезвычайно разрежена. Пылевые скопления (облака) обнаруживаются при прохождении искусственных спутников Земли. Протяженность таких облаков 3–5 млн. км. Постоянным источником пыли в межпланетном пространстве являются астероиды.

***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).

### 2.3. Форм и размеры Земли (Планетарные факторы развития ГО)

Первые представления о форме и размерах Земли появились в Древней Греции. Пифагор (VI в. до н.э.) и его ученики провозгласили Землю шаром, считая, что это самая идеальная фигура. Шарообразную форму Земли Аристотель (IV в. до н.э.) доказывал лунными затмениями, изменением звездного неба при движении по меридиану и расширением горизонта при подъеме. Эратосфен (II I в. до н.э.) впервые произвел измерение длины меридиана. Он заметил, что в день летнего солнцестояния в Сиене (Асуан) Солнце освещает дно самых глубоких колодцев, следовательно, стоит в зените. В Александрии Солнце в это время отстоит от зенита на угол 7 °12', что составляет 1/50 часть окружности. Измерив расстояние между Сиеной и Александрией и умножив на пятьдесят, Эратосфен вычислил длину меридиана Земли, а, следовательно, и радиус Земли. Полученные им размеры расходятся с результатами современных вычислений менее чем на 25 км.

*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.

1. С*фера*. Это наиболее общая модель формы нашей планеты. Сфера не имеет выраженной единственной оси симметрии – все ее оси равноправны, их бесчисленное множество, как и экваторов.

Шарообразность планеты соответствует равновесию, устано­вившемуся под действием силы тяжести, при условии, если бы Земля не вращалась вокруг своей оси и имела бы однородный вещественный состав. В результате вращения Земли возникла центробежная сила, под влиянием которой появилось сжатие в направлении оси вращения. Земля приняла форму сфероида или эллипсоида вращения. Сжатие Земли было обнаружено по разности качания маятника на разных широтах и теоретически обосновано законом всемирного тяготения И. Ньютона. 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 диссимметрии).

2. Э*ллипсоид вращения*. На основании многочисленных геодезических измерений были предложены разные значения параметров земного эллипсоида. Для задания системы координат и обработки геодезических измерений с 1946 г. принят *эллипсоид Красовского,* названный в честь выдающегося советского ученого. 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 других вычислений.

Средний экваториальный радиус – 6378,160 км;

Средний полярный радиус – 6356,777 км;

Полярное сжатие – 21,383 км.

3. *Трехосный кардиоидальный эллипсоид вращения.* Северный полярный радиус больше южного на 30–100 м. На основании изучения движения искусственных спутников Земли была установлена полярная асимметрия земного эллипсоида. Оказалось, что Земля имеет сердцевидную форму, причем северный полюс ее приподнят, по сравнению с южным, примерно на 30 м. Такую форму Земли предложено называть *кардиоидом.* Причину полярной асимметрии следует искать в действии гравитационного поля Галактики.

|  |
| --- |
| 4. Из-за неравномерности распределения массы и неоднородности вещественного состава Земли ее фигура отклоняется от правильной формы сфероида. На это отклонение влияет также действие гравитационного поля Галактики. Истинная геометрическая фигура Земли была названа *геоидом.* Геоид определяется как фигура, поверхность которой совпадает с уровенной по­верхностью Мирового океана. В каждой точке геоида направле­ние силы тяжести перпендикулярно к его поверхности. 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. Работы по вычислению размеров Земли, выполненные под руководством Ф.Н. Красовского (1940–1946), показали, что геоид близок к трехосному эллипсоиду вращения. У Земли один экваториальный радиус больше другого на 213 м.

Сфероидальность Земли является главной причиной географической зональности. Уточнение фигуры Земли позволило объяснить причины нарушения географической зональности в северном и южном полушариях. Как было выяснено, неоднородное строение земной' коры привело к неравномерному распределению материков и океанов. Указанная полярная асимметрия явилась причиной океаничности южного полушария (здесь площадь океана со­ставляет 81 %, суши – 19 %).

Другое следствие полярной асимметрии – асимметрия расположения географических зон. В качестве примера можно привести зоны тундры и тайги, распространенные в северном полушарии, но отсутствующие в южном. В полярной области южногополушария расположен материк Антарктида, покрытый мощ­ным ледником. Размерами Земли определяются параметры географической, оболочки, пространственное соотношение суши и океана.

### 2.4. Движения Земли и их следствия

Земля совершает множество движений одновременно. В географии учитывают 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 29,765 км/с. В афелии (самой удаленной от светила точке) расстояние до Солнца составляет 152×106 км и приходится на 5 июля, а спустя полгода, в перигелии (2 января) оно уменьшается и составляет 147×106 км. Полный оборот вокруг Солнца Земля совершает в течение года за 365 суток 6 часов 9 минут 9 секунд.

*Географические следствия орбитального движения Земли:*

1. Земная ось наклонена по отношению к плоскости орбиты и образует с нею угол, равный 66º33/. 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 23º27/, 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 (66º33/). Тропик – параллель, широта которой дополняет угол наклона земной оси до прямого (23º27/). 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 по сезонам (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) в полдень 22 июня, на Южном тропике (тропик Козерога) – в полдень 22 декабря.

Между тропиками и полярными кругами выделяются *два умеренных пояса.* В них Солнце никогда не бывает 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 обусловливает годовой ритм в ГО. В жарком поясе годовой ритм зависит, главным образом, от изменения увлажнения, в умеренном – от температуры, в холодном – от условий освещения.

**Осевое вращение Земли.** Земля вращается с запада на восток против часовой стрелки, совершая полный оборот за сутки. Ось вращения отклонена на 23º27/ 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 15º 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 осевого 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 связаны суточный ритм солнечной радиации, интенсивность которой зависит от угла наклона земной оси, ритмы нагревания и охлаждения поверхности, местной циркуляции воздуха, жизнедеятельности живых организмов.

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

3. Существование *силы Кориолиса* **–** отклоняющего действия 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:

4. 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.

**Движение в системе Земля – Луна.** Двойная планета Земля – Луна вращается вокруг общего центра масс (барицентра) находящегося внутри планеты Земля, на расстоянии 0,73 R (радиуса Земли) от ее центра. Поэтому все точки описывают одинаковые орбиты, центробежные силы повсеместно одинаковы и направлены в одну сторону – от Луны. Равнодействующая силе притяжения Луны 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. Это влияет на циркуляцию атмосферы и вод океана, от которых, 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.

## Лекция 3. Внутреннее строение и состав Земли

1. Внутреннее строение Земли
2. Гравитационное поле и земной магнетизм
3. Возраст Земли. Геохронология

### 3.1. Внутреннее строение Земли

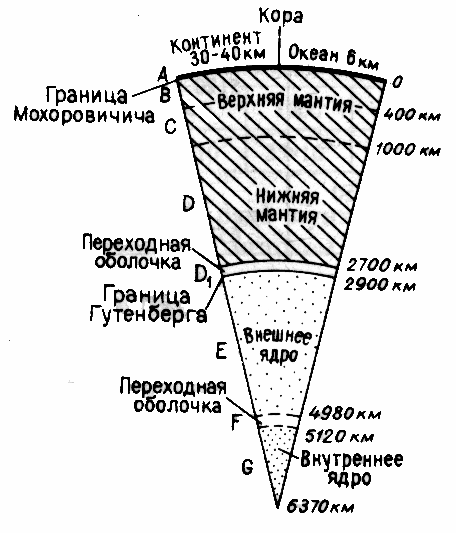
Земля, как и другие планеты, имеет оболочечное строение. Установить внутреннее строение Земли удалось сейсмическим методом исследования. При прохождении сквозь тело Земли сейсмических волн (продольных и поперечных) скорости их на некоторых глубинных уровнях заметно меняются (причем скачкообразно), что свидетельствует об изменении свойств среды, проходимой волнами.

К внешним оболочкам относятся атмосфера и гидросфера. Твердое тело Земли состоит из земной коры, мантии и ядра (рисунок 1). *Земная кора* – первая оболочка твердого тела Земли, имеет мощность 30–40км. По объему она составляет 1,2 % объема Земли, по массе–0,4%, средняя плотность равна 2,7 г/см3. От мантии земная кора отделена сейсмическим разделом, названным границей Мохо, от фамилии югославского ученого А. Мохоровичича (1857–1936), открывшего этот «сейсмический раздел». Здесь происходит скачок скоростей продольных сейсмических волн примерно до 8 км/с. Эта граница четкая и наблюдается во всех местах Земли на глубинах от 5 до 90 км. Породы земной коры богаты кремнием, алюминием, окислами железа. Выделяют четыре типа земной коры, они соответствуют четырем наиболее крупным формам поверхности Земли.

Существуют понятия «земная кора» и «литосфера». *Литосфера* – каменная оболочка Земли, образованная земной корой и частью верхней мантии. Мощность ее составляет 150–200км, ограничена она 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 3800° С, давление – до 1,4×1011 Па. Выделяют верхнюю мантию до глубины 900 км и нижнюю – до 2900 км. В верхней мантии на глубине 150–200 км присутствует астеносферный слой. Астеносфера (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 5000° С, давление – 37×1011 Па, плотность – 16г/см. Ядро делится на внешнее, до глубины 5100 км, и внутреннее. Внешнее ядро – расплавленное, состоит из железа или металлизованных силикатов, внутреннее – твердое, железоникелевое.



**Рисунок 1 – Внутреннее строение Земли**

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, обусловливая образование электрических токов и магнитосферы.

### 3.2. Гравитационное поле и земной магнетизм

Вокруг Земли существуют разнообразные геофизические поля, наиболее существенное влияние на географическую оболочку 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. На силу притяжения должно влиять космическое окружение планеты, распределение масс внутри Земли и на ее поверхности. По закону всемирного тяготения, силы взаимодействия зависят от массы тел и расстояний между ними. Влияние ближайших космических тел – Солнца и Луны – мало из-за огромных расстояний. Следовательно, 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 вызывать положительные аномалии, океанические впадины, наоборот – отрицательные. На самом деле земная кора находится в изостатическом равновесии.

*Изостазия* (от греч. *isostasios* – равный по весу) – уравновешивание 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 океана прогибается. С другой стороны, горы разрушаются, высота их уменьшается, значит уменьшается и масса.

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. Силой тяжести объясняется максимальная высота гор; считается, что на нашей Земле не может быть гор выше 9 км. Сила тяжести такова, что она удерживает газовую и водную оболочки планеты. Атмосферу планеты покидают только самые легкие молекулы – водорода и гелия. Давление масс вещества, реализующееся в процессе гравитационной дифференциации в нижней мантии, наряду с радиоактивным распадом порождает тепловую энергию – источник внутренних (эндогенных) процессов, перестраивающих литосферу. Шаровая фигура гравитационного поля определяет два основных вида форм рельефа на земной поверхности – конические и равнинные (Л.П. Шубаев). Оно отпечатывается на всех телах, которые образуются на Земле. Если тело растет вниз или вверх, то оно приобретает форму, близкую к конической: горные вершины, дюны, карстовые воронки. Если тело растет горизонтально, то сила тяжести делает его листообразным – дельты, аккумулятивные равнины. Сила тяжести определяет силу поверхностного натяжения, с которой связано поднятие воды вверх и питание корней растений. У живых организмов существует геотропическая реакция – стремление ориентироваться в поле силы тяжести.

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

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

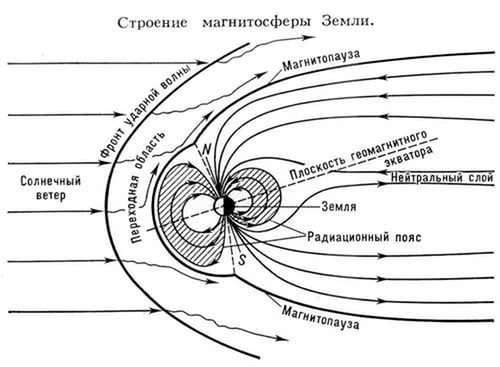
*Магнитный полюс* – область на поверхности Земли, где сходятся магнитные силовые линии. Магнитные полюсы не совпадают с географическими и медленно движутся со скоростью 7 – 8 км/год. В 1995 г. магнитный полюс Северного полушария находился в точке с координатами 77°30' с.ш. и 102°30' з.д. (в одном из проливов Канадского арктического архипелага), в 2185 г. его положение совпадет с географическим полюсом. Магнитный полюс Южного полушария имеет координаты 65° ю.ш. и 139° в.д. и находится побережья Земли Виктории в Антарктиде, он медленно движется с сторону Австралии. Магнитные полюсы находятся не в диаметрально противоположных точках земного шара. Магнитная ось не проходит через центр Земли, она смещена на 427 км от геометрического центра в сторону Марианской впадины. Ось магнитного поля наклонена под углом 11,5° по отношению к оси вращения Земли.

Магнитное поле характеризуется тремя величинами: магнитным склонением, магнитным наклонением 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. Линии одинакового склонения называются изогонами, их значение изменяется от 0 до 180°. Нулевая изогона – агоническая линия – разделяет западное и восточное склонения, стрелка компаса на ней северным концом показывает на Северный географический полюс.

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

*Напряженность* магнитного поля небольшая, составляет на экваторе 20–28 А/м (0,25–0,35 эрстед), на полюсе - 48 – 56 А/м (0,6 – 0,7 эрстед). В основе образования магнитного поля лежат внутренние и внешние причины. Постоянное магнитное поле образуется благодаря электрическим токам, возникающим во внешнем ядре планеты. Солнечные корпускулярные потоки образуют переменное магнитное поле Земли. Наглядное представление о состоянии магнитного поля Земли дают магнитные карты. Магнитные карты составляются на пятилетний срок – магнитную эпоху. Нормальное магнитное поле было бы у Земли, будь она однород но намагниченным шаром. Места пересечения магнитной оси однородного намагниченного шара с земной поверхностью называются геомагнитными полюсами. Геомагнитные полюсы расположены симметрично относительно центра Земли, так как магнитная ось «нормального магнитного поля» проходит через центр Земли. Отклонения реального магнитного поля от нормального (теоретически рассчитанного) называются магнитными аномалиями. Они могут быть мировыми (Восточно-Сибирский овал), региональными (Курская магнитная аномалия) и локальными, связанными с близким залеганием к поверхности магнитных пород.

Магнитосфера имеет каплевидную форму (рисунок 2). 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.



**Рисунок 2 – Магнитосфера Земли**

При изучении магнитного поля Земли, существовавшего в прошлые эпохи, пользуются палеомагнитными и археомагнитными методами. Палеомагнитные методы основываются на изучении магнитного поля по намагниченности древних пород. Археомагнитные методы исследования позволяют изучать намагниченность предметов, созданных людьми: кирпича, глиняных сосудов. Палеомагнитные и археомагнитные методы исследования позволили установить ряд интересных закономерностей. Наблюдаются вековые вариации элементов магнитного поля Земли: период колебания склонения составляет 1000 лет, напряженности – 10000 лет. Удалось установить, что величина магнитного поля всегда была примерно такой же, как сейчас, она колеблется около среднего уровня. Однако положение магнитных полюсов менялось: магнитный полюс Северного полушария много миллионов лет назад располагался на экваторе, затем он перемещался вдоль берегов Восточной Азии через Камчатку и достиг современного положения. Причина несоответствия современного магнитного поля и древнего объясняется движением литосферных плит.

Палеомагнитный метод подтвердил мнение ученых о неоднократном изменении полярности магнитного поля. Обращения (изменения полярности) магнитного поля происходили многократно в течение геологической истории. Полярность не меняется внезапно; напряженность магнитного поля постепенно уменьшается до нуля, затем медленно увеличивается в обратном направлении. Породы сохраняют в себе «ископаемое» магнитное поле, которое существовало в момент их образования. Радиологическое исследование образцов горных пород позволило построить шкалу изменения магнитного поля Земли. Продолжительность периодов, в течение которых сохранялась одна полярность, в палеозое составляла 5–10 млн лет, в последние несколько миллионов – 0,7 – 1,2 млн лет.

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

### 3.3. 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 распадались с выделением тепла. Сегодня возраст Земли устанавливается с помощью радиоактивного метода, однако 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. Непосредственно восстановить историю развития земной поверхности удается пока в общих чертах, начиная с тех времен, от которых сохранились древнейшие горные породы, т.е. примерно за 3–3,5 млрд. лет

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 H2O, CO2, NH4, и включение их в состав первичной атмосферы.

3. Земля достигает современных размеров. Ее внешняя каменная оболочка 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.

*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. Геохронологческая шкала приведена в таблице 1.

**Таблица 1 – Геохронологическая шкала**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Эон | Эра | Продолжит.  млн. лет | Период | Начало,  млн. лет | Продолжит.  млн. лет |
| ФАНЕРОЗОЙ (570 млн. лет) | Кайнозойская  Kz | 65 | Четвертичный  (антропогеновый, квартер) Q | 1,6 | 1,6 |
| Неогеновый  N | 24,6 | 23,0 |
| Палеогеновый  P | 65 | 40,4 |
| Мезозойская  Mz | 183 | Меловой  K | 144 | 79 |
| Юрский  J | 213 | 69 |
| Триасовый  Т | 248 | 35 |
| Палеозойская  Pz | 322 | Пермский  P | 286 | 38 |
| Каменноугольный C | 360 | 74 |
| Девонский  D | 408 | 48 |
| Силурийский  S | 438 | 30 |
| Ордовикский  O | 505 | 67 |
| Кембрийский έ | 570 | 65 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Эон |  | | Продолжит  млн. лет | Эра | Период | Начало,  млн. лет | Продолжит.  млн. лет |
| КРИПТОЗОЙ (Докембрий) | Протерозой Pr | Верхний  (поздний) | 1080 |  | Венд V | 650 | 80 |
| Рифей |  |  | 1000 |
| Нижний  (ранний) | 850 | Карелий |  |  | 850 |
| Архей Ar | Верхний  (поздний) | 650 |  |  |  |  |
| Нижний  (ранний) | > 400 |  |  |  |  |
| Азойский  (катархейский | |  |  |  |  |  |

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* (4 500 млн. лет назад) и *протерозой* (2 600 млн. лет назад). 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).

## Лекция 4. Литосфера – твердая оболочка Земли

1. Понятие о литосфере. Концепции развития литосферы
2. Движения литосферы
3. Основные морфоструктуры Земли
4. Рельеф Земли
5. Современные тектонические проявления
6. Экзогенные процессы в литосфере
7. Рельеф дна Мирового океана и его основные морфоструктурные единицы

### 4.1 Понятие о литосфере. Концепции развития литосферы

**Литосфера**– каменная оболочка Земли, включающая земную кору и часть верхней мантии, простирается до астеносферы и имеет мощность 150–200 км. Литосфера разбита глубинными разломами на крупные стабильные блоки – литосферные плиты, они движутся в горизонтальном направлении со средней скоростью 5–10 см в год. Крупных литосферных плит семь: Евразийская, Тихоокеанская, Африканская, Индийская, Антарктическая, Североамериканская и Южноамериканская.

В земной коре – верхней части литосферы – обнаружено 90 химических элементов, но только 8 из них 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%. Из этих элементов наибольшее значение имеют кислород и кремний.

Элементы образуют сложные химические соединения – минералы. Общее число минералов приближается к нескольким тысячам, из них широко распространены всего 400–500 видов. Горные породы представляют собой сложные и закономерные сочетания минеральных масс и залегают в виде слоев или крупных скоплений (тел). Горные породы и минералы делятся на *магматические, осадочные* и *метаморфические.*

*Магматические горные породы* и минералы образуются в недрах Земли в условиях высоких температур и давлений в результате кристаллизации магмы. Они составляют 95 % массы вещества, слагающего земную кору. По содержанию оксида кремния Si02 породы делятся на кислые (оксида кремния более 65 %), средние (от 65 до 52 %), основные (52 –40%) и ультраосновные (менее 40%).

*Осадочные горные породы* формируются на поверхности Земли в условиях низких температур и давлений. Исходным материалом служат ранее образовавшиеся породы. Осадочные породы делятся на обломочные (пески, галечники), глинистые (глины), химические (каменная соль, гипс) и органогенные (известняки, торф). Обычно осадочные горные породы рыхлые, пористые, но могут быть уплотнены.

*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 т.д. Метаморфизации подвергаются осадочные и магматические породы, в них возникает полосчатая текстура (сложение), наблюдается перекристаллизация, возникают новые минералы. При метаморфизации песчаники превращаются в кварциты, известняки – в мраморы, глины – в глинистые сланцы, граниты – в гранито-гнейсы.

По строению и мощности выделяют *четыре типа земной коры*, которые соответствуют четырем наиболее крупным формам поверхности Земли.

*Материковый тип земной коры –* мощность 35–40 км, под молодыми горами она увеличивается до 80 км. Этот тип земной коры соответствует в рельефе материковым выступам, включая подводную окраину материка. В данном типе земной коры выделяется 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, 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 базальтовогоза сходство с базальтами. Средняя плотность материковой коры 2,7 г/см3. Между гранитным и базальтовым слоями лежит граница Конрада, названная по фамилии открывшего ее австрийского геофизика.

*Переходный, или геосинклинальный тип земной коры –* 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.

*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.

*Рифтогенная земная кора*, 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.

**Концепции развития литосферы.** До настоящего времени нет единого представления о развитии литосферы. Существует несколько тектонических концепций, однако каждая отражает одну сторону тектонической истории Земли, не охватывая общего ее хода, и противоречит другим фактам, которые, в свою очередь, удачно объясняются другой теорией.

*Концепция фиксизма* (от лат. *fixed –* неподвижный, неизменный) основана на утверждении о фиксированном положении континентов на поверхности Земли и преобладании вертикальных движений в тектонических деформациях пластов земной коры.

*Концепция мобилизма* (от лат. *mobile* – подвижный) доказывает, что блоки литосферы движутся и первостепенную роль отводят горизонтальным движениям. Основные идеи мобилизма были сформулированы А. Вегенером (1880–1930) как гипотеза дрейфа материков. Новые данные, полученные во второй половине ХХ в., позволили развить это направление до современной *теории неомобилизма*, объясняющей динамику процессов в земной коре дрейфом крупных литосферных плит.

Согласно гипотезе А. Вегенера, до верхнего палеозоя земная кора была собрана в единый материк Пангею, окруженную водами океана Панталласса (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 Южная Америка, затем Африка, позднее Антарктида, Австралия и Северная Америка.

Поначалу теорию мобилизма 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. XX века господствующей концепцией развития земной коры была теория фиксизма.

Только к 60-м годам XX века, когда уже была открыта общемировая система срединно-океанических хребтов, построили практически новую теорию – *современная тектоника плит (новая глобальная тектоника*), 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 мобилизма состоит в том, что у А. Вегенера материки двигались по веществу, которым сложено океаническое дно, в современной же теории в движении участвуют литосферные плиты, в состав которых входят участки 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 подстилает 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). Однако поверхность земного шара не может увеличиваться бесконечно и возникновение новых участков земной коры по сторонам от срединно-океанических хребтов должно компенсироваться ее исчезновением.

При сближении участков океанической коры край одной плиты несколько поднимается, образуя островную дугу, другой уходит под него, здесь уровень верхней поверхности литосферы понижается, формируется глубоководный океанический 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* (англ. *subduction* – поддвигание).

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 основана 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.

### 4.2 Движения литосферы

Выделяются два типа тектонических движений – *вертикальные* и *горизонтальные*. Оба типа движений могут происходить как самостоятельно, так и во взаимосвязи друг с другом, нередко один тип движений порождает другой. Движения сопровождаются изменениями в залегании горных пород и деформациями.

Восходящие конвективные потоки расплавленного вещества верхней мантии приводят к формированию крупных положительных форм рельефа – срединно-океанических хребтов. В дальнейшем в их осевой части закладываются рифтовые долины – грабены. Рифтовые долины образуются за счет разрывных дислокаций. Поступление новых порций мантийного вещества в рифтовую долину вызывает раздвижение литосферных плит – *спрединг* – в горизонтальном направлении. Таким образом, вертикальные движения способствуют возбуждению горизонтальных.

Горизонтальное перемещение литосферных плит навстречу друг другу вызывает поддвиг океанических плит под материковые – *субдукция* – и образование переходных зон (геосинклинальных областей) или надвигание одной континентальной плиты на другую с образованием грандиозных горных сооружений. Горизонтально залегающие горные породы сминаются в складки, складки осложняются многочисленными разрывами и интрузивными телами. Следовательно, наблюдается обратный процесс – переход горизонтальных движений в вертикальные

Проявляются вертикальные и горизонтальные перемещения крупных блоков земной коры в вертикальном и горизонтальном направлениях, в образовании:

* *складчатых* (пликативных) дислокации,
* *разрывных* (дизъюнктивных) дислокации и
* *инъективных* (внедрение магмы) дислокаций.

*Среди складчатых дислокаций* выделяют простые и сложные складки. Простыми видами складок являются *антиклинали* и *синклинали*. В наиболее простом случае антиклинали и синклинали находят прямое выражение в рельефе:

*антиклинали* – положительные складки – соответствуют в рельефе положительным формам рельефа;

*синклинали* – отрицательные складки – соответствуют отрицательным формам рельефа.

Часто в горных областях развивается *обратный, инверсионный* рельеф. На месте положительных геологических структур образуется отрицательная форма рельефа, на месте отрицательной геологической структуры – положительная. Объясняется это тем, что ядра антиклиналей сложены раздробленными горными породами и разрушаются интенсивнее.

Более крупные и сложные складки – *антиклинории* и *синклинории* – представлены в рельефе горными хребтами и разделяющими их понижениями (Главный хребет Большого Кавказа). Еще более крупные поднятия, состоящие из нескольких антиклинориев и синклинориев, – *мегаантиклинории*. Они представлены в рельефе горными странами (Большой Кавказ, Альпы).

*Разрывные нарушения* – это различные тектонические нарушения сплошности горных пород, сопровождающиеся перемещением блоков относительно друг друга. Простейшим видом разрывов являются трещины. Наиболее глубокие трещины, уходящие в мантию, называются глубинными разломами. Они представляют собой зоны дробления пород, простирающиеся в верхнюю мантию. Сбросы и надвиги выражаются уступами в рельефе, системы сбросов образуют ступенчатый рельеф. Смещение блоков горных пород относительно друг друга создает столовые глыбовые и складчато-глыбовые горы.

Столовые горы возникают при вертикальном движении блоков, имеющих горизонтальную структуру. Широко развиты столовые глыбовые горы в Африке. Складчато-глыбовые горы возникают на месте развития древних складчатых структур (Алтай, Тянь-Шань).

Особенно велика роль разрывных нарушений в областях распространения древних складчатых структур, они привели к созданию глыбовых гор, горстов и грабенов. *Грабены* в рельефе образуют котловины, например грабен озера Байкал, а *горсты* представляют окружающие его горы. Такое же происхождение имеют система Восточно-Африканских разломов, Рейнский грабен. Разрывная тектоника обусловила создание таких грандиозных сооружений, как система срединно-океанических хребтов.

С географической точки зрения удачным представляется деление тектонических движений на:

* колебательные (эпейрогенические) и
* складкообразовательные (орогенические).

*Колебательные (эпейрогенические)* движения охватывают огромные площади и лежат в основе создания самых крупных планетарных форм рельефа, приводят к формированию морфоструктур. В пределах равнин образуются синеклизы и антеклизы, представленные в рельефе низменностями и возвышенностями. Например, Прикаспийская низменность соответствует Прикаспийской синеклизе.

Суть колебательных (эпейрогенических) движений сводится к тому, что огромные участки литосферы испытывают медленные поднятия или опускания. Они являются преимущественно 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 объясняется гравитационной дифференциацией вещества в Земле: восходящим токам вещества отвечают поднятия земной коры, нисходящим – опускания. Скорость и направление (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.

Основным следствием колебательных (эпейрогенических) движений являются перераспределение соотношения между площадями суши и моря (регрессия, трансгрессия). 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. отступание моря.

Опускание суши при неизменном уровне моря, либо повышение уровня моря при стабильном положении суши влечет *трансгрессию* (наступание) моря и затопление более или менее значительных участков суши. Таким образом, главной причиной трансгрессий и регрессий являются поднятия и опускания твердой земной коры.

*Складкообразовательные (орогенические) движения* – движения земной коры, в результате которых образуются складки, т.е. различной сложности волнообразный изгиб пластов. Они отличаются от колебательных (эпейрогенических) рядом существенных признаков: эпизодичны во времени, в отличие от колебательных, которые никогда не прекращаются; 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: и горизонтально, и вертикально. Следствием горизонтального 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 орогенические движения, тогда в поднимающихся участках возникает складчатость.

### 4.3 Основные морфоструктуры Земли. Понятие о материках и частях света

Двум качественно различным типам земной коры – материковому и океаническому – соответствуют два основных уровня планетарного рельефа – поверхности материков и ложе океанов. Выделение материков в современной географии осуществляется на основе *структурно-тектонического принципа.*

*Структурно-тектонический принцип* утверждает, что, во-первых, материк включает в себя материковую отмель (шельф) и материковый склон; во-вторых, в основе каждого материка находится ядро или древняя платформа; в-третьих, каждая материковая глыба изостатически уравновешена в верхней мантии.

С точки зрения структурно-тектонического принципа, **материк** – этоизостатически уравновешенный массив континентальной земной коры, имеющий структурное ядро в виде древней платформы, к которому примыкают более молодые складчатые структуры.

Всего на Земле имеется шесть материков: *Евразия, Африка, Северная Америка, Южная Америка, Антарктида и Австралия*. В составе каждого материка лежит одна какая-либо платформа и только в основе Евразии их шесть: *Восточноевропейская,* Восточноевропейская, Сибирская, Южно-Китайская, Таримская (Западный Китай, пустыня Такла-Макан), [Сино-Корейская](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BD%D0%BE-%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D1%82%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0) и Индостанская. Аравийская и Индостанская платформы представляют собой части древней Гондваны, примкнувшие к Евразии. Таким образом, Евразия – гетерогенный аномальный материк.

Границы между материками вполне очевидны. Граница между Северной Америкой и Южной Америкой проходит по Панамскому каналу. Граница между Евразией и Африкой проводится по Суэцкому каналу. Берингов пролив отделяет Евразию от Северной Америки.

В современной географии выделяется следующие два ряда материков:

1.*Экваториальный ряд материков* (Африка, Австралия и Южная Америка).

*2.Северный ряд материков* (Евразия и Северная Америка).

Вне этих рядов остается *Антарктида* – самый южный и холодный континент.

Современное расположение материков отражает длительную историю развития материковой литосферы.

Южные материки (Африка, Южная Америка, Австралия и Антарктида) представляют собой части («осколки») единого в палеозое мегаконтинента *Гондваны*. Северные материки в то время были объединены в другой мегаконтинент – *Лавразию.* Между Лавразией и Гондваной в палеозое и мезозое находилась система обширных морских бассейнов, получившая название *океана Тетис*. Этот океан протягивался от Северной Африки (через южную Европу, Кавказ, Переднюю Азию, Гималаи в Индокитай) до современной Индонезию. В неогене (около 20 млн. лет назад) на месте этой геосинклинали возник альпийский складчатый пояс.

Соответственно своим большим размерам суперконтинет Гондвана, по закону изостазии, имел мощную (до 50 км) земную кору, которая была глубоко погружена в мантию. Под этим суперконтинентом в астеносфере особенно интенсивными были конвекционные токи; размягченное вещество мантии двигалось весьма активно. Это привело сначала к образованию вздутия в средине континента, а затем к расколу его на отдельные глыбы, которые под действием тех же конвекционных токов стали горизонтально перемещаться. Известно, что перемещение контура на поверхности сферы всегда сопровождается его поворотом (Эйлер и др.). Поэтому части Гондваны не только перемещались, но и разворачивались в географическом пространстве.

Первый раскол Гондваны произошел на границе триаса и юры (около 190-195 млн. лет назад); отделилась *Афро-Америка.* Затем на границе юры и мела (около 135-140 млн. лет назад) Южная Америка отделилась от Африки. На границе мезозоя и кайнозоя (около 65-70 млн. лет назад) *Индостанская глыба* столкнулась с Азией, а Антарктида отошла от Австралии. В настоящую геологическую эпоху литосфера, по мнению ученых, разбита на шесть плит-блоков, которые продолжают двигаться.

Распадом Гондваны удачно объясняются форма, геологическое сходство, а также история растительного покрова и животного мира южных материков. История раскола Лавразии так тщательно, как Гондваны, не изучена.

**Понятие о частях света.** Кроме геологически обусловленного деления суши на континенты, существует также сложившееся в процессе культурно-исторического развития человечества деление земной поверхности на отдельные части света. Всего насчитывается шесть частей света: *Европа, Азия, Африка, Америка, Австралия с Океанией, Антарктида.* На одном материке Евразии располагается две части света (Европа и Азия), а два материка западного полушария (Северная Америка и Южная Америка) образуют одну часть света – *Америку*. Архипелаги небольших островов, разбросанных по просторам Тихого океана образовывают часть свет Океанию, объединяются в следующие три большие группы:

* ***Меланезия*** *(*Новая Гвинея, Новая Каледония, Соломоновы острова, Вануату, Фиджи и др.);
* ***Микронезия*** *(*о-ва *Каролинские, Марианские, Маршаловы* и др. (всего более 1500 островов);
* ***Полинезия*** *(*более чем 1000 о-ов. Образует треугольник, вершинами которого являются: Гавайские острова, Остров и Новая Зеландия*.*

*Граница между Европой и Азией* весьма условна и проводится по водораздельной линии Уральского хребта, реке Урал, северной части Каспийского моря и Кума-Манычской впадине. По Уралу и Кавказу проходят линии глубинных разломов, отделяющих Европу от Азии.

*Площадь материков и океанов.* Площадь суши высчитывается в пределах современной береговой линии. Площадь поверхности земного шара составляет примерно 510,2 млн. км 2. Около 361,06 млн. км2 занимает Мировой океан, что составляет примерно 70,8 % общей поверхности Земли. На сушу приходится примерно 149,02 млн. км 2 , т.е. около 29,2 % поверхности нашей планеты.

*Площадь современных материков* характеризуется следующими величинами:

Евразия – 53,45 км2, в том числе Азия – 43,45 млн. км2, Европа – 10,0 млн. км2;

Африка – 30,30 млн. км2;

Северная Америка – 24,25 млн. км2;

Южная Америка – 18,28 млн. км2;

Антарктида – 13,97 млн. км2;

Австралия – 7,70 млн. км2;

Австралия с Океанией – 8,89 км2.

*Современные океаны имеют площадь:*

Тихий океан – 179,68 млн. км2;

Атлантический океан – 93,36 млн. км2;

Индийский океан – 74,92 млн. км2;

Северный Ледовитый океан – 13,10 млн. км2.

**Закономерности расположения материков**. Между северными и южными материками (в соответствии с различным их происхождением и развитием) имеется значительная разница в площади и характере поверхности. Основные географические различия между северными и южными материками сводятся к следующему:

1. Большая часть суши располагается в Северном полушарии. Северное полушарие является материковым, хотя и здесь на сушу приходится только 39 %, а на океан около 61%.

2. Северные материки расположены достаточно компактно. Южные материки расположены весьма разбросано и разобщено.

3. Рельеф планеты антисеммитричен. Материки расположены так, что каждому их них на противоположной стороне Земли непременно соответствует океан. Лучше всего это можно видеть на сопоставлении арктического океана и антарктической суши. Если глобус установить так, чтобы на одном из полюсов был любой из материков, то на другом полюсе обязательно будет океан. Есть только одно незначительное исключение: окончание Южной Америки антиподально Юго-Восточной Азии. Антиподальность, поскольку она почти не имеет исключений, не может быть явлением случайным. В основе этого явления лежит уравновешенность всех участков поверхности вращающейся Земли.

4. У северных материков значителен по площади шельф. Особенно значителен шельф в Северном Ледовитом океане и Атлантическом океанах, а также в *Желтом, Китайском и Беринговом* морях Тихого океана. Южные материки, за исключением подводного продолжения Австралии в *Арафурском море*, почти лишены шельфа.

5. Большая часть южных материков приходится на древние платформы. В Северной Америке и Евразии древние платформы занимают меньшую часть общей площади, а большая часть приходится на территории, образованные палеозойским и мезозойским горообразованием. В Африке около 96 % ее территории приходится на платформенные участки и только 4 % - на горы палеозойского и мезозойского возраста. В Азии только 27 % территории занимают древние платформы и 77 % - горы различного возраста.

6. Береговая линия южных материков, образованная большей частью тектоническими разломами, относительно прямолинейна; полуостровов и материковых островов мало. Для северных же материков характерна исключительно извилистая береговая линия, обилие островов, полуостровов, часто далеко идущих в океан. Из общей площади на острова и полуострова приходится в Европе около 39 %, Северной Америке – 25 %, Азии – 24 %, Африке – 2,1 %, Южной Америке – 1,1 % и Австралии (без Океании) – 1,1 %.

**Остров** – участок суши (обычно естественного происхождения), окружённый со всех сторон водой и постоянно возвышающийся над водой даже в период наибольшего [прилива](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D0%B2).

В процессе развития земной коры и ее взаимодействия с Мировым океаном сформировались большие и малые острова. Общее количество островов непрерывно меняется. Одни острова возникают, другие исчезают. Образуются и размываются, например, дельтовые острова, тают ледяные массивы, принимавшиеся ранее за острова («земли»). Морские косы приобретают островной характер и, наоборот, острова присоединяются к суше и превращаются в полуострова. Поэтому площадь островов подсчитывается лишь приблизительно. Она составляет около 9,9 млн.км2. Около 79 % всей островной суши приходится на 28 крупных острова. Самый большой остров – Гренландия (2,2 млн.км2).

В число 28 самых больших островов земного шара входят следующие:

1.Гренландия;

2.Новая Гвинея;

3.Калимантан (Борнео);

4.Мадагаскар;

5.Баффинова Земля;

6.Суматра;

7.Великобритания;

8.Хонсю;

9.Виктория (Канадский Арктический архипелаг);

10.Земля Элсмира (Канадский Арктический архипелаг);

11.Сулавеси (Целебес);

12.Южный остров Новой Зеландии;

13.Ява;

14.Северный остров Новой Зеландии;

15.Ньюфаунленд;

16.Куба;

17.Люсон;

18.Исландия;

19.Минданао;

20.Новая Земля;

21.Гаити;

22.Сахалин;

23.Ирландия;

24.Тасмания;

25.Банкс (Канадский Арктический архипелаг);

26.Шри-Ланка;

27.Хоккайдо;

28.Девон.

Как крупные, так и мелкие острова располагаются или одиночно, или группами. Группы островов называются *архипелагами*. Архипелаги могут быть *компактными* (например, *Земля Франца Иосифа, Шпицберген, Большие Зондские острова*) или *вытянутыми* (например, *Японские, Филиппинские, Большие и Малые Антильские острова*). Вытянутые архипелаги иногда называют *грядами* (например, *Курильская гряда, Алеутская гряда*). Архипелаги небольших островов, разбросанных по просторам Тихого океана, объединяют в следующие три большие группы: *Меланезия, Микронезия (Каролинские острова, Марианские острова, Маршалловы острова), Полинезия.*

**По происхождению** все острова можно сгруппировать следующим образом:

**I. Материковые острова:**

1) платформенные острова,

2) острова материкового склона,

3) орогенические острова,

4) островные дуги,

5) прибрежные острова: а) шхеры, б) далматинские, в) фьордовые, г) косы и стрелки, д) дельтовые.

**II. Самостоятельные острова:**

1) вулканические острова, в т. ч. а) трещинного излияния лавы, б) центрального излияния лавы – щитовые и конические;

2) коралловые острова: а) береговые рифы, б) барьерные рифы, в) атоллы.

***I. Материковые острова*** генетически связаны с материками, но связи эти имеют различный характер, что сказывается на природе и возрасте островов, на их флоре и фауне.

*1. Платформенные острова* лежат на материковой отмели и геологически представляют собой продолжение материка. От основного массива суши платформенные острова отделены неглубокими проливами. Примерами платформенных островов являются: *Британские острова, архипелаг Шпицберген, Земля Франца Иосифа, Северная Земля, Новосибирские острова, Канадский Арктический архипелаг.*

Образование проливов и превращение части материков в острова относится к недавнему геологическому времени; поэтому природа островной суши мало отличается от материковой.

*2. Острова материкового склона* также являются частями континентов, но разделение их произошло раньше. Эти острова от прилегающих материков отделяются не пологим прогибом, а глубоким тектоническим разломом. Причем проливы имеют океанический характер. Флора и фауна островов материкового склона сильно отличается от материковой и носит в целом островной характер. Примерами островов материкового склона являются: *Мадагаскар, Гренландия* и др.

*3. Орогенические острова* представляют собой продолжение горных складок континентов. Так, например, *Сахалин* – одна из складок Дальневосточной горной страны, *Новая Зеландия* – продолжение Урала, *Тасмания* – Австралийских Альп, острова Средиземного моря – ветви альпийских складок. Архипелаг *Новая Зеландия* также имеет орогеническое происхождение.

*4. Островные дуги* гирляндами окаймляют Восточную Азию, Америку и Антарктиду. Самый большой район островных дуг находится у берегов Восточной Азии: *Алеутская гряда, Курильская гряда, Японская гряда, гряда Рюкю, Филиппинская гряда* и др. Второй район островных дуг находится у берегов Америки: *Большие Антильские острова, Малые Антильские острова*. Третий район – островная дуга, расположенная между Южной Америкой и Антарктидой: *архипелаг Огненная Земля, Фолклендские острова* и др. В тектоническом отношении все островные дуги приурочены к современным геосинклиналям.

*5. Материковые прибрежные острова* имеют различное происхождение и представляют собой разные типы береговой линии.

***II.* *Самостоятельные острова*** никогда не были частями материков и в большинстве случаев образовались независимо от них. Самую обширную группу самостоятельных остров составляют вулканические.

*1. Вулканические острова* есть во всех океанах. Однако особенно их много в зонах срединно-океанических хребтов. Размеры и особенности вулканических островов определяются характером извержения. *Трещинные излияния лавы* создают крупные острова, по величине не уступающие платформенным. Самым большим на Земле островом вулканического происхождения является *Исландия* (103 тыс. км2).

Главная масса вулканических островов образована *извержениями центрального типа*. Естественно, что эти острова не могут быть очень большими. Их площадь зависит от характера лавы. *Основная лава* растекается на большие расстояния и образует щитовые вулканы (например *Гавайские острова*). Извержение *кислой лавы* формирует острый конус небольшой площади.

*2. Коралловые острова* представляют собой продукты жизнедеятельности коралловых полипов, диатомовых водорослей, фораминифер и других морских организмов. Коралловые полипы довольно требовательны к условиям обитания. Они могут жить только в теплых водах с температурой не ниже 200С. Поэтому коралловые постройки распространены только в тропических широтах и выходят за их пределы только в одном месте – в районе *Бермудских островов*, омываемых *Гольфстримом*.

В зависимости от расположения по отношению к современной суше коралловые острова делятся на следующие три группы:

1) береговые рифы,

2) барьерные рифы,

3) атоллы.

*Береговые рифы* начинаются непосредственно у берега материка или острова в полосе отлива и окаймляют его в виде широкой террасы. Близ устьев рек и около мангровых зарослей они прерываются по причине пониженной солености воды.

*Барьерные рифы* находятся на некотором удалении от суши, отделены от нее полосой воды – *лагуной*. Самый большой в настоящее время риф – *Большой Барьерный риф.* Его длина составляет около 2 000 км; ширина лагуны колеблется от 35 до 150 км при глубине 30-70 м. Береговые и барьерные рифы окаймляют почти все острова экваториальных и тропических вод Тихого океана.

*Атоллы* расположены среди океанов. Это – низкие острова в форме незамкнутого кольца. Диаметр атолла колеблется от 200 м до 60 км. Внутри атолла находится лагуна глубиной до 100 м. Такова же глубина и пролива между лагуной и океаном. Внешний склон атолла всегда крутой (от 9 до 450). Склоны, обращенные к лагуне, пологи; на них поселяются разнообразные организмы.

Генетическая связь трех типов коралловых построек представляет собой еще нерешенную научную проблему. По теории Чарльза Дарвина, барьерные рифы и атоллы образуются из береговых рифов при постепенном погружении островов. При этом рост кораллов компенсирует опускание своего основания. На месте вершины острова появляется лагуна, а береговой риф превращается в кольцевой атолл.

**Главными тектоническими структурами материков (морфоструктурами) являются платформы и геосинклинали.**

**Платформы***–* устойчивые в тектоническом отношении участки земной коры, охваченные колебательными движениями малого размаха и малой скорости Геологическая структура, возникающая в платформенных условиях, тоже называется платформой.

В основе каждого материка, кроме Евразии, лежит одна одноименная платформа (Северо-Американская (включая Гренландию), Южно-Американская, Африканская (с Аравией), Австралийская и Антарктическая платформы), в основе Евразии их шесть: Восточноевропейская, Сибирская, Южно-Китайская, Таримская (Западный Китай, пустыня Такла-Макан), [Сино-Корейская](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BD%D0%BE-%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D1%82%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0) и Индостанская.

В строении платформ выделяется два этажа. 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. Это свидетельствует о небольшом размахе колебательных движений, вызывавших трансгрессии мелководных морей, сменявшихся затем регрессиями морей. Древние платформы отличает относительная стабильность, отсутствие складчатых движений. Местами складчатый фундамент выходит на поверхность, эти участки называются *щитами*. Так, например, Русская платформа образует два щита: Балтийский на севере и Украинский.

Большинство платформ образовалось в архее и протерозое, они называются древними. Древние платформы располагаются двумя широтными рядами. Первый ряд служит основой северных материков – Североамериканская, Русская, Сибирская, Китайская. Второй ряд составляют глыбы Гондваны – Южноамериканская, Африканская, Аравийская, Индостанская, Австралийская. Вне рядов остается Антарктическая платформа.

Некоторые платформы образовались в палеозое, они называются молодыми. Кроме докембрийских существуют платформы байкальские, каледонские и герцинские, получившие название молодых платформ: Туранская, Западно-Сибирская, Патагонская. В основе Западно-Сибирской равнины лежит платформа герцинского возраста. Платформы занимают 57 % площади материков (включая территорию шельфа).

**Геосинклинальный пояс** – 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. Для него характерны повышенная скорость и большой размах вертикальных движений, интенсивное складкообразование. Геологическая структура, возникшая там, где движения имеют геосинклинальный характер, носит название *складчатой зоны*.

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.

На *средней стадии*, когда в геосинклиналях накапливается толща осадочно-вулканических пород мощностью 8–15 км, процессы погружения сменяются постепенным вздыманием, 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 вздымания поверхности возникают высокие складчатые горы, увенчанные активными вулканами; впадины заполняются континентальными отложениями, мощность которых может достигать 10 км и более. С прекращением процессов вздымания высокие горы медленно, но неуклонно разрушаются, пока на их месте не образуется холмистая равнина – *пенеплен* – с выходом на поверхность 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.

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).

В нижнем палеозое произошло складчатое горообразование, названное *каледонским*, оно охватило огромные площади. Каледонские структуры, образовавшиеся в силуре, сохранились в Шотландии (Северо-Шотландское нагорье), Скандинавии (Скандинавские горы), на Шпицбергене, Гренландии (Восточно-Гренландские), Лабрадоре, а также в Забайкалье, на западе Казахстана (Казахский мелкосопочник) и местами в Центральной Азии.

В верхнем палеозое (карбоне и перми) происходило *герцинское* горообразование. Герцинский возраст имеют Урал, складчатый фундамент Западно-Сибирской низменности, Таймыр, частично Тянь-Шаня, Алтая, Саян, Месета, Центральный Французский массив, горы Средней Европы, Аппалачи, Капская область, Австралийские Альпы. В эту эпоху формировались горы – предшественники Урала. В течение мезозоя палеозойские структуры превратились в пенеплены.

В *мезозойскую* фазу орогенеза сформировались система островов и горных хребтов, протягивающаяся вдоль побережья Тихого океана по Восточной Азии, Новой Гвинее, Австралии, Новой Зеландии, Антарктическому полуострову, хребтам Кордильер и по западным берегам обеих Америк. Тихоокеанский пояс (Восточно- и Западно-Тихоокеанский), кольцом окружающий Тихий океан и отделяющий его ложе от платформ Северной и Южной Америки, Азии, Австралии и Антарктиды

Альпийские горы образовались позднее всех, к *альпийской складчатости* относятся Альпийско-Гималайская горная система и горы периферии Тихого океана. Она простирается от Атласа через Южную Европу, Крым, Кавказ, Переднюю Азию, Гималаи, Бирму до Индонезии.

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.).

### 4.4 Рельеф Земли

**Рельеф**– совокупность неровностей земной поверхности определенного геологического строения. Рельеф образуется в результате сложного взаимодействия земной коры с водной и воздушной оболочками, живыми организмами и человеком.

По размерам (морфометрическая классификация) формы рельефа делятся на планетарные, мегаформы, макроформы, мезоформы, микроформы и наноформы.

*Планетарные формы* занимают площади в сотни тысяч квадратных километров, к ним относятся материковые выступы, ложе океана, переходные зоны (геосинклинальные области) и срединно-океанические хребты.

*Мегаформы* занимают площади в десятки тысяч квадратных километров. Это горные страны и равнины в пределах материков, крупные впадины ложа океана (Мексиканский залив, Альпы, Кавказ).

*Макроформы* являются частями мегаформ, площадь их около 1000 км2. К макроформам относятся отдельные хребты и впадины какой-либо горной страны, крупные речные долины.

*Мезоформы* измеряются квадратными километрами, это овраги, балки, барханные гряды.

*Микро- и наноформы* – это очень небольшие формы рельефа, они осложняют поверхность мезоформ. Примером микроформ служат карстовые воронки, береговые валы, а наноформ – луговые кочки.

Помимо морфометрической классификации рельефа, существует генетическую классификация, предложенная И.П. Герасимовым и Ю.А. Мещеряковым. Они разделили рельеф на три крупные группы: геотектуры, морфоструктуры и морфоскульптуры.

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

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

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

**Общие закономерности формирования рельефа Земли.** Площадь поверхности Земли равна 510 млн км2. На долю Мирового океана приходится 70,8 %, или 361,06 млн км2, на долю суши – 29,2 %, или 149,02 млн км2. Вода и суша распределены на Земле неравномерно. Суша сосредоточена в основном в Северном полушарии; здесь она занимает 39 % всей поверхности, тогда как в Южном полушарии суша занимает всего 19 % поверхности. Рельеф Земли подразделяют на шесть материков (Евразия, Африка, Северная Америка, Южная Америка, Антарктида и Австралия) и пять океанов.

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

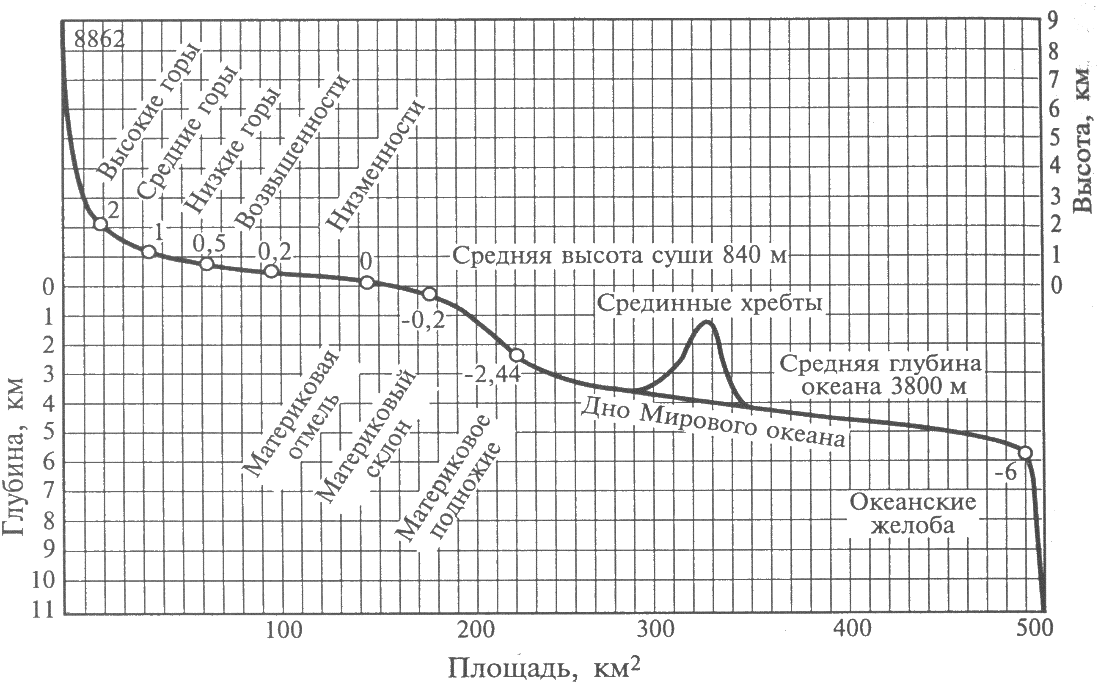
Кроме понятия «материк» в литературе существует сложившееся в процессе культурно-исторического развития понятие «*часть света*». Частей света тоже шесть. На материке Евразия две части света – Европа и Азия. Два материка Нового света – Северная Америка и Южная Америка – образуют одну часть света.

Обобщенный профиль земной поверхности показывают с помощью *гипсографической кривой –* кривая,изображающая соотношение площадей, лежащих на разных высотах на суше и в океане (рисунок 3). Часть ее, относящуюся к океану, называют *батиграфической кривой*.

На гипсографической кривой видно преобладание на суше высот менее 1 000 м, а в океане – глубин от 3 000 до 6 000 м. Средняя высота суши составляет 875 м. Средняя глубина океана 3 790 м.

На Поверхности Земли материки образуют два ряда: экваториальный – Африка, Австралия, Южная Америка, и северный – Северная Америка, Евразия. Вне рядов остается Антарктида. Положение материков отражает историю развития литосферы, объясняет геологическое родство материков.

Южные материки представляют собой части единого в палеозое мегаконтинента Гондваны. Северные материки в то время были объединены в другой материк – Лавразию. Между ними в палеозое и мезозое находилась система обширных морских бассейнов, получившая название океана Тетис. Он простирался от Северной Африки через Европу, Переднюю Азию, Гималаи в Индокитай. В неогене на месте этого океана возник альпийский складчатый пояс.



**Рисунок 3 – Гипсографическая кривая Земли**

В размещении планетарного рельефа Земли выделяются следующие закономерности:

1. связь между площадями материков (океанов), их средней высотой (глубиной), мощностью земной коры и тектонической активностью. Чем больше площадь материка, тем он выше, тем мощнее кора. Чем больше океан, тем он глубже и тем тоньше кора под ним.
2. максимальной мощности земная кора достигает под горами (60–70 км), минимальной – под океаном (5–10 км), что можно закономерно объяснить изостазией – стремлением земной коры к равновесию.
3. в середине материка располагаются равнины, по периферии – высокие горы, тогда как посередине океана располагается крупнейшая система срединно-океанических хребтов, а на периферии – океанические котловины.

В размещении и строении материков наблюдаются следующие закономерности:

1. материки располагаются парами по отношению друг к другу: Северная и Южная Америка, Африка с Европой, Азия с Австралией. Только Антарктида не имеет пары и располагается у Южного полюса.
2. южные материки смещены к востоку относительно северных. На западных берегах материков располагаются большие заливы, на востоке материки имеют выпуклость.
3. материки расположены так, что каждому из них на противоположном конце диаметра Земли непременно соответствует океан. Эта закономерность называется *антиподальность*. Самый яркий пример – Северному Ледовитому океану соответствует Антарктида.
4. почти все материки имеют форму клиньев или треугольников, острые вершины которых обращены на юг.
5. у северных материков значительна площадь шельфа – подводного продолжения их поверхности, особенно в Северном Ледовитом и Атлантическом океанах. Южные материки практически лишены шельфа. Береговая линия южных материков относительно прямолинейна, полуостровов и островов мало.
6. для северных материков характерны чрезвычайно изрезанная береговая линия, обилие полуостровов, множество островов вдоль берега.
7. большую часть южных материков составляют древние платформы. В северных материках древние платформы занимают меньшие площади, большая их часть приходится на территории, образованные палеозойскими и мезозойскими структурами.

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

**Рельеф равнин.** *Платформенные равнины –* выровненные участки поверхности с небольшим превышением относительных высот, соответствующие устойчивым участкам суши (платформам). По высоте равнины подразделяются на депрессии (ниже уровня моря), низменные (0 – 200 м), возвышенные (200 – 500 м), нагорные (больше 500 м).

Основными морфоструктурами платформенных равнин являются:

* *аккумулятивные*, плиты древних и молодых платформ с мощной толщей осадочного чехла;
* *пластовые*, имеющие маломощный осадочный чехол доплиоценового времени;
* *денудационные*, приуроченные к щитам молодых платформ;
* *цокольные*, предельно денудационные равнины на щитах древних платформ.

Аккумулятивные, пластовые, денудационные и цокольные равнины относятся к *низким* равнинам, так как имеют высоты в среднем до 500 м. Высокие равнины 500 м и более включают плато и плоскогорья. *Плато* – возвышенные, ровные, слабо или сильно расчлененные поверхности, имеющие осадочный чехол. *Плоскогорье –* относительно выровненные участки, сложенные дислоцированными породами.

*Плоскогорья* характерны для платформ с длительно выраженной тенденцией к поднятию. Это 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, Юкагирское, Оймяконское в Северо-Восточной Сибири (в области мезозойской складчатости), сложенные преимущественно вулканическими и метаморфическими породами.

**Рельеф гор.** *Горная страна –* территория, состоящая из хребтов и разделяющих их межгорных долин. *Горный хребет –* линейно-вытянутое крупное поднятие, ограниченное склонами. *Гора –*изолированное резко выраженное поднятие на фоне равнинной местности с высотами более 500 м, у нее есть вершина – наивысшая точка, *подошва* – линия пересечения с поверхностью равнины и склоны. *Горные цепи* – система горных хребтов, тянущихся в направлении общего простирания горной страны. *Горный узел* – область пересечения двух или более горных хребтов или цепей.

По высоте горы подразделяются на низкие (500 – 1000 м), средние (1000 – 2000 м), высокие (2000 – 5000 м) и высочайшие (от 5000 м).

По происхождению горы делятся на тектонические, вулканические и эрозионные.

*Тектонические горы* образуются в результате тектонических движений и сложных нарушений земной коры. На Земле они являются наиболее распространенными, имеют сложное строение и рельеф.

*Вулканические горы* формируются при извержении вулканов и накоплении вулканических осадков. По сравнению с тектоническими они распространены не так широко, часто встречаются в виде изолированных гор. По высоте вулканические горы не уступают тектоническим.

*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.

По классификации И.П. Герасимова и Ю.А. Мещерякова, тектонические горы подразделяют на молодые (эпигеосинклинальные) и возрожденные (эпиплатформенныё). Области молодых гор занимают 41 %, а возрожденных – 59 % общей площади гор.

*Возрожденные горы* подразделяют по возрасту складчатого фундамента, в пределах которого происходил позднейший орогенез. Тектонические деформации жестких, потерявших пластичность фундаментов платформ приводят к формированию разрывов, разломов и движению блоков относительно друг друга, так, на месте равнин возрождаются горы.

В областях мезозойской складчатости, орографический рисунок гор мог не измениться, но увеличивается высота гор. Горы мезозойской складчатости отличаются сравнительно простым строением и называются омоложенными *глыбово-складчатыми* (Кордильеры).

В горах палеозойской складчатости увеличивается доля глыбовых структур, вершины гор становятся выровненными, имеются поверхности выравнивания. Обязательным элементом гор являются межгорные котловины неправильных очертаний, соответствующие опущенным блокам. Такие горы называются возрожденными *складчато-глыбовыми (*Аппалачи).

Областям докембрийской складчатости соответствуют *глыбовые* горы, которые образуются при развитии сбросов, разбивающих участок земной коры. При этом может возникнуть сбросовая ступень, полугорст, горст. Глыбовые горы широко распространены в Африке.

### 4.5 Современные тектонические проявления

К современным тектоническим проявлениям относятся новейшие тектонических движения, вулканизм, землетрясения.

Большую роль в создании современного рельефа играют **новейшие тектонические движения***.* Новейшие тектонические движения – это тектонические движения, происходившие в неоген – четвертичный период. Области со слабовыраженными вертикальными положительными новейшими движениями соответствуют в рельефе равнинам, невысоким плато и плоскогорьям. Слабовыраженные положительные движения характерны для Восточно-Европейской равнины, части Западно-Сибирской низменности. Областям интенсивных тектонических погружений соответствуют низменности с мощным чехлом четвертичных отложений. Например, Прикаспийская, Колымская низменности. Областям интенсивных поднятий соответствуют горы. Выражение в рельефе геологических структур зависит от знака неотектонических движений. Интересно отметить, что положительные геологические структуры могут иметь прямое выражение в рельефе, если им соответствуют положительные неотектонические движения. Если положительные структуры испытывают опускания, на их месте развивается инверсионный рельеф.

**Вулканизм** – 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 проявляется на Земле в виде трещинных излияний и центральных извержений. При *трещинных излияниях* большие массы обычно жидкой базальтовой лавы извергаются через узкие длинные трещины и разливаются по местности. 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).

*Центральные извержения* происходят через каналы – жерла округлого сечения, заканчивающиеся у поверхности воронкой – кратером. Диаметр кратеров зависит от физических свойств лавы, вулканических бомб, камней (лапиллей), вулканического пепла и песка. Накапливаясь вокруг кратеров, они образуют вулканический конус. Выделяют несколько типов вулканов: *маары, экструзивные купола, щитовые вулканы* и *стратовулканы.*

*Маар* –отрицательная форма, образовавшаяся в результате взрыва. Размеры мааров до 3,5 км в диаметре при глубине до 400 м. Все известные в настоящее время маары не действуют, являются реликтовыми формами. Древние трубки взрыва заполнены кимберлитовой породой и являются месторождениями алмазов (Якутия, Африка).

*Экструзивные купола* – вулканические купола, образующиеся при излиянии кислой лавы. Такая лава очень вязкая и быстро остывает, образуя правильной формы купол (Армения, Франция). Размеры таких куполов до 500 м в высоту и несколько километров в диаметре.

*Щитовые вулканы* формируются при излиянии основной лавы. Базальтовая лава, жидкая и подвижная, поэтому изливается на большие расстояния. В этом случае купол имеет пологие склоны. Щитовые вулканы очень характерны для Исландии, здесь они небольших размеров, потухшие. Щитовые вулканы распространены на Гавайских островах.

*Стратовулканы* появляются при неоднократном отложении лав и обломочного материала, они имеют почти правильную коническую форму. Для строения конуса характерно чередование лав, вулканического пепла и песка. К стратовулканам относятся Фудзияма в Японии, Ключевская и Кроноцкая сопки на Камчатке.

Некоторые вулканы имеют высоту до 6 км. У многих вулканов имеются *кальдеры*. Это очень крупные, до 30 км в поперечнике, недействующие кратеры. Они имеют плоское дно и крутые, обрывистые склоны. Образование кальдер связывают с сильными взрывами.

*Поствулканические явления* сопутствуют вулканической деятельности. К ним относят фумаролы, гейзеры, горячие источники. *Фумаролами* называются выделения паров и газов на остывающих лавовых потоках, на склонах вулканов и в кратере. *Горячие источники* – термы – изливают воду с температурой ниже 100 °С. Вода источников минерализирована. В отличие от *гейзеров* источники распространены не только в вулканических областях, но и в районах прекратившейся вулканической деятельности. В Исландии, Новой Зеландии и других местах встречаются грязевые вулканы – *сальзы*. Они вместо лавы выбрасывают жидкую грязь. Причина их образования – выделение нагретых паров воды и газов, проходящих сквозь толщу рыхлых пород.

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 полуострове Камчатка, далее проходит через систему Курильских, Японских, Филиппинских о-вов, Новую Гвинею, Соломоновы, Ново-Гебридские, Ново-Зеландские острова, 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.

**Землетрясение** – 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 тысяч землетрясений, из них около 10 % ощущается людьми.

Рельефообразующая роль землетрясений заключается в образовании трещин, смещении блоков земной коры в вертикальном и горизонтальном направлениях. Нередко землетрясения приводят к образованию структур типа грабенов. Землетрясения могут активизировать экзогенные процессы. На крутых склонах гор при землетрясениях начинаются обвалы, осыпи и оползни. Определенную рельефообразующую роль играют и морские землетрясения – *моретрясения*. Под их воздействием перемещаются массы донных отложений. Моретрясения вызывают образование гигантских морских волн – *цунами*. Обрушиваясь на берег, цунами оказывают заметное влияние на рельеф морских берегов.

Землетрясения распределены по Земле не равномерно. Большая часть эпицентров землетрясений сосредоточена в областях альпийской складчатости и современных геосинклиналей. 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).

Выделяется *тихоокеанский пояс,* в котором высвобождается около 80 % сейсмической энергии Земли. Менее сейсмичен *европейско-азиатский пояс*, на долю которого приходится 15 % сейсмической энергии, выделяемой Землей.

К второстепенным сейсмическим поясам Земли относятся: *Атлантический* – вдоль Срединно Атлантического подводного хребта; *Индийский*, совпадающий с расположением срединно-океанических хребтов в океане; *Восточноафриканский* – в области Восточно-Африканских грабенов.

### 4.6 Экзогенные процессы в литосфере

Рельеф формируется в результате взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов. Эндогенные процессы создают наиболее крупные формы – геотектуры и морфоструктуры Земли. Экзогенные процессы в ходе своей деятельности могут усложнять или упрощать рельеф эндогенного происхождения. Экзогенные процессы могут полностью срезать первичный рельеф, созданный эндогенными процессами. Разрушение горных пород и перемещение продуктов разрушения в результате совокупного действия всех экзогенных процессов называется ***денудацией***. Суммарный эффект деятельности экзогенных процессов заключается в перемещении вещества с более высоких гипсометрических уровней на более низкие.

Главный источник энергии экзогенных процессов – солнечная радиация. На поверхности Земли она преобразуется в энергию движения воды, воздуха, вещества литосферы. К числу экзогенных процессов относится рельефообразующая деятельность поверхностных текущих вод, деятельность ветра и ледников, деятельность приливов и течений и т.д. Во всех этих процессах принимает участие гравитационная энергия. Также к экзогенным процессам относится рельефообразующая деятельность живых организмов и человека. Экзогенные процессы характеризуются высокими скоростями и 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 в областях распространения многолетнемерзлых горных пород наблюдается *криогенная морфоскульптура*, в полярных широтах – *гляциальная (ледниковая). Склоновая, береговая, карстовая* морфоскулъптуры развитыповсеместно, однако своеобразие их форм тоже подчиняется зональности.

***Флювиальные процессы***. Водные потоки 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, поэтому в природе не существует комплексов, в которых были бы только эрозионные или аккумулятивные формы.

Существуют нормальная (естественная) и антропогенная (ускоренная) эрозии. *Нормальная (естественная)* 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 склонах, и *линейную* – с образованием линейных форм на склоне.

В линейной эрозии выделяют *овражно-балочную* и *речную.* В первом случае разрушительную работу производит временный водоток, во втором – постоянный водоток, т. е. река. Если водоток совершает работу, направленную на углубление дна, развивается *донная (глубинная)* эрозия, если происходит расширение русла или бортов долины – *боковая.* Углубление русла ограничено *базисом эрозии* – уровнем, ниже которого река углубиться не может. Общим для всех рек базисом эрозии служит уровень Мирового океана. Местными базисами эрозии являются уровни воды в реках, озерах, располагающиеся на любой высоте. При достижении базиса эрозии глубинная эрозия затухает и начинается боковая. *Антропогенная эрозия* возбуждается деятельностью человека, скорость ее намного превышает нормальную естественную эрозию.

К эрозионным формам, созданным временными водотоками, относятся *эрозионная борозда, рытвина* (промоина), *овраг* и *балка*. Аккумулятивные формы имеют меньшее распространение, к ним относятся *конусы выноса* и *овражно-балочные террасы*. Постоянные водотоки формируют *речные долины*. Основными формами рельефа в них являются *русло, пойма, террасы*.

***Эоловые процессы***. Ветер, как любой экзогенный агент, производит разрушительную работу, транспортировку материала и аккумуляцию. 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. Воздействие ветра на скопление рыхлого материала приводит к формированию *котловин выдувания* – округлых отрицательных форм диаметром в сотни метров.

В результате эоловой аккумуляции образуются пирамидальные барханы. *Бархан –* серповидная аккумулятивная форма, у которой концы ориентированы по направлению ветра, так как они движутся гораздо быстрее, чем центральная часть.

Во внетропических пустынях умеренных широт, где возрастает количество осадков и произрастает растительность, образуются *грядовые пески.* Во внепустынных областях, на берегах рек, морей, озер, где волнение или течения поставляют песок на берег, формируются *дюны* – серповидная аккумулятивная форма, у которой концы направлены против ветра.

***Криогенные процессы****.* Криогенные (мерзлотные) формы развиты в районах распространения многолетнемерзлых горных пород, но встречаются и в областях сезонного промерзания грунта. К криогенным процессам относятся: *пучение* и *наледеобразование, криогенный крип, солифлюкция, морозобойное растрескивание, термокарст.*

***Гляциальные (ледниковые) процессы****.* 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.

В зависимости от соотношения приходной и расходной части ледникового баланса выделяется несколько фаз в развитии ледника: *наступление, стационарное положение* и *отступление.*

Несомый ледником материал называется *мореной*, это несортированный материал, включающий крупные валуны и тонкие суглинистые частицы. По месту образования выделяют *поверхностную, боковую, срединную, донную, внутреннюю* морены. В горах образуются небольшие по площади моренные покровы, у края ледника – несколько *конечно-моренных гряд.*

В пределах развития ледниковых форм рельефа распространены формы, созданные талыми ледниковыми водами – *озы, камы, долинные зандры, зандровые равнины.*

***Склоновые процессы*.** *Склон* – поверхность, имеющая наклон более 2°, перемещение материала на которой происходит под действием силы тяжести. На долю склонов приходится более 80 % всей поверхности суши.

По *особенностям склоновых процессов* выделяют следующие типы склонов.

*Склоны собственно гравитационные*. На склонах крутизной более 35° под действием силы тяжести обломки скатываются к подножию. Так образуются обвальные, осыпные и лавинные склоны. *Обвал* – процесс отрыва от массы горной породы крупных глыб и скатывания их вниз к подошве. *Осыпание* – скатывание рыхлого материала вниз к подножию. Формирующиеся в результате осыпей отложения называются *коллювием. Лавины* – снежные массы, скользящие вниз по склону. Лавины – характерная особенность горных склонов, на которых формируется устойчивый снежный покров.

*2. Склоны блоковых движений*. К ним относятся оползневые склоны и склоны отседания. *Оползание* – движение блока горных пород с ненарушенной структурой. *Склоны отседания* по условиям образования близки к блоковым оползням. На склонах образуются «рвы отседания» – трещины, идущие параллельно склону и имеющие длину сотни метров.

3. *Склоны массового смещения чехла рыхлого материала*. К ним относятся солифлюкционные и дефлюкционные склоны. *Солифлюкция* – течение материала, насыщенного водой, по поверхности многолетнемерзлых горных пород. Д*ефлюкция* (крип) – движение частиц грунта на пологих склонах, покрытых растительностью. Смещение происходит со скоростью 1 мм в год на склонах крутизной до 10°

4. *Склоны делювиальные*. На делювиальных склонах смещение материала происходит в результате стока дождевых и талых вод в виде тонких струек, густой сетью покрывающих весь склон. Смытый материал аккумулируется у подножия склона, формируя отложения, называемые *делювием*.

***Карстовые процессы***. *Карст* – процесс выщелачивания горных пород водой. С другой стороны, карст – совокупность специфических форм рельефа, созданных при растворении горных пород водой. К растворимым породам относятся карбонаты (известняк, мел, доломиты), сульфаты (гипс, ангидрит), хлориды (каменная соль).

В зависимости от того, выходят ли карстующиеся породы на поверхность или они перекрыты сверху некарстующимися породами, различают голый (поверхностный) и покрытый карст.

К формам *поверхностного карста* относятся *карры, карровые поля, воронки* поверхностного выщелачивания, просасывания и провальные, *полья*. К формам *подземного карста* относят *поноры, колодцы, шахты, магистральные каналы, пещеры*. В засушливых районах широко распространен *псевдокарст*, обусловленный изменением объема лессов при намокании.

***Береговые процессы***. Берег – узкая зона, в пределах которой происходит взаимодействие суши и моря. К процессам, формирующим берег, относятся волнение, течения и приливо-отливные явления. Разрушительная работа волн называется *абразией.* Различают механическую, химическую и термическую абразию. *Механическая абразия* – это разрушение пород под действием ударов волн и прибоя и бомбардировки обломками. *Химическая абразия* проявляется при растворении пород морской водой. *Термическая абразия* – разрушение берегов, сложенных мерзлыми породами, в результате отепляющего влияния морских вод.

***Биогенные процессы***. *Растительный мир* оказывает воздействие на горные породы: корни растений проникают в почву и коренные породы, разрушают их, подготавливая материал для воздействия экзогенных агентов. Благодаря выделению органических кислот происходит химическое выветривание. Прикрепленные к субстрату растения способствуют возникновению *выворотней* – большие ямы и бугры, образующиеся при падении деревьев. Роль растений проявлялась в создании пластов каменных углей, заполнявших понижения в рельефе. В наше время этот процесс наблюдается при накоплении торфа. К фитогенным формам относятся *бугры, гряды, кочки* в заболоченной местности.

*Рельефообразующая роль животных* более разнообразна. Микроорганизмы и роющие животные перерабатывают минеральную массу горных пород, разрыхляя ее, образуя многочисленные *ходы, полости и пустоты*. Наземные животные, передвигаясь по поверхности, вытаптывают тропинки даже в твердых горных породах. Наземные животные создают за счет выбросов из нор холмики, иногда большие *бугры и ямы*. В саваннах широко распространены *термитники*, представляющие собой сооружения высотой до 3,5 м. В умеренных широтах в лесах часто можно встретить огромные *муравейники*. Примером очень крупных форм, создаваемых живыми организмами, являются *коралловые постройки*. Аккумулятивные формы, построенные из кораллового известняка, называются *коралловыми рифами*.

### 4.7 Рельеф дна Мирового океана и его основные морфоструктурные единицы

В рельефе дна Мирового 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.

***1. 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.*

***2. Переходная зона*.** 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 –7 822 м, Курило-Камчатский – 10 542, Марианский – 11 022, Кермадек – 10 047, Центрально-Американский – 6 662 м). В Атлантическом океане глубоководные желоба также сопровождают островные дуги: желоб Пуэрто-Рико – 8 383 м и Южно-Сандвичев – 8 037 м. В Индийском океане – Яванский желоб – глубиной 7 450 м.

***3. Ложе океана*.** 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).

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.

***4. Срединно-океанические хребты (СОХ).***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 40º до 60º 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.*

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. 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.

## Лекция 5. Атмосфера – воздушная оболочка Земли

1. Происхождение и состав атмосферы
2. Солнечная радиация: понятие, виды, характеристики
3. Тепловой режим подстилающей поверхности и атмосферы
4. Влагооборот в атмосфере
5. Общая циркуляция атмосферы
6. Погода и климат

### 5.1 Происхождение и состав атмосферы

**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.

Атмосфера, как и планета в целом, вращается против часовой стрелки с запада на восток. Из-за вращения она приобретает форму эллипсоида, т. е. толщина атмосферы у экватора больше, чем вблизи полюсов. Атмосфера связана с другими геосферами тепловлагообменом. Энергией атмосферных процессов служит электромагнитное излучение Солнца.

Атмосфера Земли прошла в своем развитии **три этапа**.

1. Первичная атмосфера планеты состояла из водорода и гелия – газов первичного протопланетного облака. Такая атмосфера наблюдается у планет-гигантов. Очевидно, из-за большого притяжения планет и удаленности от Солнца они сохранили первичные атмосферы. Планеты земной группы первичные атмосферы потеряли.

2. На втором этапе благодаря разогреву недр, вулканической активности и дегазации мантии началось выделение углекислого газа, аммиака, метана, паров воды – сформировалась вторичная атмосфера. Сейчас подобные атмосферы наблюдаются у Марса и Венеры, они на 95 % состоят из углекислого газа. Вероятно, подобная атмосфера была у Земли. И в настоящее время водяной пар и углекислый газ составляют основную часть вулканических газов современных извержений, количество воды достигает 20 % от объема изливающихся базальтов. Понадобилось длительное время, прежде чем произошло связывание большого количества углекислого газа и накопление свободного азота и кислорода в атмосфере.

3. Третий этап – формирование азотно-кислородной атмосферы Земли. Предполагается, что решающее влияние на эволюцию земной атмосферы оказали процессы фотосинтеза под воздействием солнечной радиации. Фотосинтез обусловил уменьшение содержания углекислого газа и появление свободного кислорода в атмосфере. В свою очередь, свободный кислород обеспечил окисление аммиака вулканических газов и накопление азота – химически неактивного газа. Биологическая эволюция атмосферы Земли началась около 3 млрд лет назад, когда появились автотрофы. Кислород мог высвобождаться за счет расщепления молекулы воды в реакции фотосинтеза и постепенно стимулировать переход от примитивных автотрофов к более развитым формам фотосинтеза.

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

***Атмосферный воздух –*** механическая смесь газов, в которой во взвешенном состоянии содержатся пыль и вода. Чистый сухой воздух состоит из 78,09 % азота и 20,95 % кислорода, 0,93 % аргона, 0,03% углекислого газа. Остальные газы: неон, гелий, криптон, водород – составляют менее 0,1 % (таблица 2). Процентное соотношение газов сохраняется неизменным до высоты 80 –100 км, здесь простирается *гомосфера.* Выше происходит диссоциация (расщепление) молекул газа на атомы под действием ультрафиолетовой и корпускулярной радиации Солнца; атмосфера выше 100 км называется *гетеросферой*. До высоты 200 –250 км преобладают атомарные азот и кислород, до 700 км – атомарный кислород, выше – атомарный водород. В верхних слоях атмосферы обнаружено новое соединение – гидроксил ОН. Наличие этого соединения объясняет образование водяного пара на больших высотах в атмосфере.

**Таблица 2 – Газовый состав атмосферы**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Газ | | Содержание в сухом воздухе, % |
| N2 | азот | 78,08 |
| О2 | кислород | 20,95 |
| Аr | аргон | 0,93 |
| СО2 | углекислый газ | 0,03 |
| Ne | неон | 0,0018 |
| Не | гелий | 0,0005 |
| Кr | криптон | 0,0001 |
| Н2 | водород | 0,00005 |
| Х | ксенон | 0,000009 |

**Строение атмосферы.** По температурному режиму и другим свойствам атмосферу подразделяют на несколько слоев: тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера и экзосфера. Два нижних слоя активно участвуют в круговоротах, взаимодействуя с другими геосферами географической оболочки, именно здесь формируются воздушные массы.

*Тропосфера* простирается до высоты 18 км на экваторе, 10 – 12 км в умеренных широтах, 8 –9 км в полярных широтах. Она отделяется от стратосферы узким переходным слоем мощностью 1 – 2 км – тропопаузой. Температура в тропосфере уменьшается в среднем на 0,6 °С на каждые 100 м. Если на поверхности Земли температура равна +15°С, на верхней границе тропосферы она равна от - 55 °С до - 50 °С. В тропосфере происходят интенсивные горизонтальные (адвекция) и вертикальные (конвекция) перемещения воздуха. Нижний слой тропосферы, примыкающий непосредственно к земной поверхности, называют *приземным слоем.* Физические процессы в этом слое весьма своеобразны: резко выражены суточные и сезонные колебания всех метеоэлементов: температуры, влажности, осадков, ветров. В пятикилометровом слое тропосферы заключено 90 % всего водяного пара, 50 % всего воздуха. Влияние земной поверхности простирается приблизительно до высоты 20 км, а далее нагревание воздуха происходит непосредственно Солнцем. Таким образом, граница географической оболочки, 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.

*Стратосфера* простирается до высот 50 – 55 км отделяется от мезосферы стратопаузой. В нижней части стратосферы температура воздуха постоянна, здесь располагается изотермический слой. Начиная с высоты 22 км температура воздуха начинает повышаться, на верхней границе стратосферы она достигает 0 °С. Повышение температуры объясняется наличием здесь озона, поглощающего солнечную радиацию. В стратосфере происходят интенсивные горизонтальные перемещения воздуха, скорость воздушных потоков достигает 300–400 км/ч. Воды в стратосфере мало, только на высоте 22 –25 км образуются перламутровые облака, состоящие из переохлажденных ледяных капель. В стратосфере содержится менее 20 % воздуха атмосферы.

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

В *термосфере* температура воздуха быстро растет с высотой и достигает 1000 °С на высоте 800 км. Рост температуры объясняется поглощением солнечной радиации, вызывающей увеличение скорости движения молекул. Выше на высотах от 800 до 1200 км располагается сфера рассеяния – *экзосфера.* Как показывают расчеты, вследствие поглощения корпускулярного излучения Солнца температура экзосферы может увеличиться до 15 000 °С. При такой температуре молекулы легких газов развивают скорость до 11 200 м/с и покидают сферу притяжения Земли.

### 5.2 Солнечная радиация: понятие, виды, характеристики

Благодаря взаимодействию трех главных процессов, происходящих в атмосфере, формируются воздушные массы со специфическими физическими свойствами. К климатообразующим процессам относятся ***теплооборот, влагооборот*** и ***циркуляция атмосферы.***

Теплооборот обеспечивает тепловой режим атмосферы и зависит от радиационного баланса, т.е. потоков теплоты, приходящих на земную поверхность и уходящих от нее.

**Солнечная радиация** – поток электромагнитного излучения, поступающий от Солнца. На верхней границе атмосферы интенсивность (плотность потока) солнечной радиации равна 8,3 Дж/(см2×мин). Количество теплоты, которое получает 1 см2 черной поверхности в 1 мин при перпендикулярном падении солнечных лучей, называется солнечной постоянной. В зависимости от изменения расстояния от Земли до Солнца в течение года происходят колебания солнечной постоянной: в начале января она увеличивается, в начале июля уменьшается. Годовые колебания солнечной постоянной составляют 3,5 %. Количество солнечной радиации, получаемой верхней границей атмосферы, зависит от угла падения солнечных лучей и продолжительности освещения.

При проходе через атмосферу солнечная радиация испытывает качественные и количественные изменения. Интенсивность напряжения солнечной радиации при перпендикулярном падении солнечных лучей зависит от прозрачности и длины пути луча в атмосфере. При высоте Солнца, равной 90°, солнечный луч проходит одну оптическую массу атмосферы. Интенсивность напряжения зависит только от прозрачности атмосферы. Верхние отрезки в атмосфере менее прозрачны для солнечного луча: коротковолновые лучи спектра солнечной радиации больше ослабляются атмосферой. В нижней части атмосферы солнечная радиация становится богаче длинноволновыми лучами, для которых атмосфера более прозрачна.

Угол падения солнечных лучей бывает равен 90° только на широтах между тропиками и в определенное время суток. На остальных широтах солнечные лучи падают на земную поверхность под углом менее 90°.

При прохождении через атмосферу солнечная радиация претерпевает качественные изменения: она частично поглощается атмосферой, рассеивается и отражается. 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.

Чем меньше размер частицы, тем сильнее рассеиваются коротковолновые лучи. Молекулы воздуха очень малы, по размерам сопоставимы с длиной волн голубой части спектра. В чистом воздухе преобладает молекулярное рассеивание, следовательно, цвет неба – голубой. При достаточно крупных частицах рассеивание лучей с различной длиной волны равномерное и приближается к отражению. Поэтому 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, так как 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.

Годовой ход прямой солнечной радиации различен на разных широтах. В умеренных широтах минимальный приход прямой солнечной радиации наблюдается в декабре из-за низкого положения Солнца над горизонтом и короткого дня. Максимальная величина прямой солнечной радиации характерна для апреля. Летом увеличивается облачность, влажность воздуха, это обусловливает некоторое снижение прямой солнечной радиации.

В годовом ходе рассеянной радиации в умеренных широтах наблюдается один максимум летом, минимум – зимой. Объясняется это общим увеличением солнечной радиации летом.

Распределение суммарной радиации по земной поверхности зонально. Наибольшая суммарная радиация 840–920 кДж/см2 в год наблюдается в тропических широтах Северного полушария, 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 воздуха. 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.

В июне наибольшие суммы радиации получает Северное полушарие, особенно поверхность тропических пустынь. Суммы радиации умеренных и полярных широт различаются мало вследствие большой продолжительности дня в полярных широтах. У Южного полярного круга величина суммарной радиации приближается к нулю. В декабре наибольшие суммы радиации получает Южное полушарие, однако вследствие океаничности полушария в тропические пустыни поступает меньше радиации, чем в июне на те же широты Северного полушария. Поверхность Антарктиды получает больше радиации, чем Арктика в тот же сезон из-за своего высокого положения. На Северном полярном круге приход радиации равен нулю.

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 свежевыпавший снег – до 90 %. Альбедо песков 30 –35 %, травы – 20 %. Альбедо лиственного леса составляет 16 – 27 %, хвойного – уменьшается до 6 –19%. Альбедо зависит от влажности почвогрунта. Например, сухой чернозем имеет альбедо 14%, влажный – всего 8 %. Альбедо сухой синей глины равно 23 %, влажной глины – уменьшается до 16 %. Альбедо водной поверхности меняется в зависимости от угла падения солнечных лучей. В низких широтах при перпендикулярном падении лучей альбедо воды равно 5 %, в высоких широтах альбедо увеличивается до 80%. Большое альбедо полярных льдов 85 – 90% – одна из причин низких температур полярных районов. Альбедо Земли как планеты принимают равным 35 %.

Поглощая радиацию, Земля сама становится источником излучения. Излучение земной поверхности нагревает атмосферу она сама начинает излучать радиацию в мировое пространство и к земной поверхности. Атмосферное излучение, направленное к земле, называется *встречным излучением атмосферы*, оно тоже длинноволновое. Встречное излучение для земной поверхности является важным источником тепла, в дополнение к поглощенной солнечной радиации. Оно показывает роль атмосферы в тепловом режиме географической оболочки. 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, так как земное излучение больше. Эффективное излучение больше днем и летом, так как зависит от нагрева поверхности. Ночью и зимой эффективное излучение уменьшается, кроме того, оно остается без компенсации, что обусловливает снижение температур.

Наибольшее эффективное излучение в тропических пустынях (380 кДж/см2 в год), что объясняется большой суммарной радиацией, а также отсутствием облаков, большой сухостью воздуха и продолжительностью ночи (продолжительность ночи на 20° широты изменяется от 13 ч 13 мин до 10 ч 47 мин). В экваториальных широтах эффективное излучение снижается до 125 – 210 кДж/см2 в год из-за большой влажности и облачности. В умеренных широтах его величина составляет 125 кДж/см2 в год, в полярных – 85 кДж/см2 в год. В целом для Земли эффективное излучение равно 190 кДж/см2 в год.

Радиационный баланс земной поверхности и атмосферы. Земля одновременно получает радиацию и отдает ее. Разность между получаемой и расходуемой радиацией называется радиационным балансом, или остаточной радиацией. Радиационный баланс складывается из баланса поверхности и атмосферы. Приход радиационного баланса поверхности составляет суммарная радиация (Q) и встречное излучение атмосферы, расход – отраженная радиация (Rk) и земное излучение. Разность между земным излучением и встречным излучением атмосферы – эффективное излучение (Еэф) имеет знак минус и является частью расхода в радиационном балансе:

Rб = Q – Еэф – Rk.

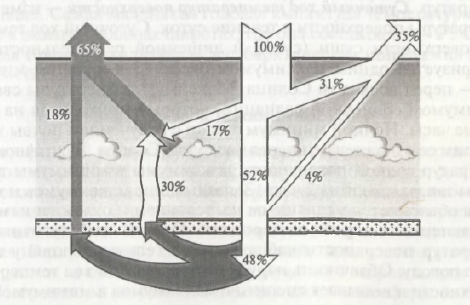
Радиационный баланс распределяется зонально, уменьшается от экватора к полюсам. Наибольший радиационный баланс свойственен экваториальным широтам и составляет 330 – 420 кДж/см2 в год, в тропических широтах он снижается до 250 – 290 кДж/см2 в год на суше. Уменьшение величины баланса в тропических широтах 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. В экваториальных и тропических широтах месячные и сезонные колебания радиационного баланса невелики и величина его всегда положительна. В результате колебания температуры в течение года небольшие, амплитуда температур составляет несколько градусов. Термические условия не определяют в низких широтах сезоны года, а условия увлажнения. В умеренных и полярных широтах месячные и сезонные колебания величин радиационного баланса очень велики и качественно различны. Зимой в умеренных и полярных широтах радиационный баланс отрицательный, объясняется это небольшим приходом, высоким альбедо снега и большим эффективным излучением за долгую ночь.

Летом в соответствующем полушарии радиационный баланс положителен даже в приполярных районах из-за увеличения продолжительности освещения. В умеренных и полярных районах именно термические условия определяют сезоны года. Общая особенность радиационного баланса в том, что над океанами на всех широтах радиационный баланс выше на 40 – 85 кДж/см2, так как альбедо воды и эффективное излучение океана меньше. В течение суток радиационный баланс днем положительный, ночью отрицательный.

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

Из всего потока солнечной радиации, подходящей к Земле, лишь около 30 % составляет остаточная радиация. В географической оболочке она расходуется на нагрев атмосферы, почвы и испарение (рисунок 4). Небольшая часть радиации, переходящая в процессе фотосинтеза в энергию химических связей, изымается из круговорота энергии и аккумулируется в толще земной коры.

***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.



**Рисунок 4 – Схема радиационного и теплового баланса**

В приходной части теплового баланса земной поверхности стоит радиационный баланс, в расходной – затраты теплоты на испарение, на нагрев атмосферы от Земли (главным образом за счет турбулентного теплообмена и конвекции), 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 воды, а на материках все зависит от увлажнения территории. В экваториальных широтах преобладают затраты теплоты на испарение, в тропических широтах – на нагрев атмосферы. Подобное распределение сказывается в температурном режиме: на океанах температура в течение года меняется мало, на материках – заметны сезонные колебания температуры.

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.

### 5.3 Тепловой режим подстилающей поверхности и атмосферы

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. Максимум температуры связан с максимумом солнечной радиации, который приходится на полуденные часы.

Ночной минимум связан с излучением почвы и наибольшим ее охлаждением перед восходом Солнца. В суточном ходе температур водной поверхности максимумы и минимумы температуры запаздывают на 2 часа. Запаздывание максимумов и минимумов объясняется медленным нагреванием и охлаждением воды по сравнению с горными породами. Правильный суточный ход температур поверхности наблюдается в теплую половину года в ясную погоду. Облачность нарушает правильный ход температуры поверхности и вызывает смещение максимумов и минимумов; при увеличении облачности в середине дня может начаться понижение температуры поверхности. Дневные максимумы температуры поверхности суши могут достигать 80 °С в субтропиках и около 60 °С в умеренных широтах.

Разница между максимальной и минимальной суточной температурой поверхности называется ***суточной амплитудой температуры.*** Суточная амплитуда температуры поверхности может летом достигать 40 °С, зимой амплитуда суточных температур наименьшая – до 10 °С. В ясную погоду амплитуда суточных температур поверхности больше, чем в облачную погоду. Теплоемкость, цвет почвы могут повлиять на колебания температуры. Более теплоемкие почвы медленнее нагреваются и охлаждаются, поэтому суточные колебания температуры уменьшаются. Растительность уменьшает величину колебаний температуры почвы. Днем растительный покров препятствует сильному нагреву, а ночью – охлаждению почвы. Летом в полдень лишенная растительности почва имеет температуру на 8° выше, чем покрытая растительностью. Снежный покров препятствует охлаждению почвы.

***Годовой ход температуры поверхности*** – изменение среднемесячной температуры поверхности в течение года. Годовой ход температур поверхности 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. Годовая амплитуда температур поверхности 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 годовые амплитуды температур значительно меньше. Самая маленькая годовая амплитуда температур отмечается в экваториальных широтах, где она составляет 2–3°. Самая большая годовая амплитуда – 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 от низких широт к высоким. 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 0,6º на 100 метров. Вместе с тем, ход этого убывания в разных слоях тропосферы разный: 0,3–0,4º до высоты 1,5 км; 0,5–0,6º – между высотами 1,5–6 км; 0,65–0,75º – от 6 до 9 км и 0,5–0,2º – 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, он 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 температурой воздуха в течение суток. Она выше на суше, чем над океаном, уменьшается при движении в высокие широты и возрастает в местах с оголенной почвой. Наибольшая амплитуда в тропических пустынях – до 40ºС. Величина суточной амплитуды температуры воздуха – это один из показателей континентальности климата. В пустынях она намного больше, чем в районах с морским климатом.

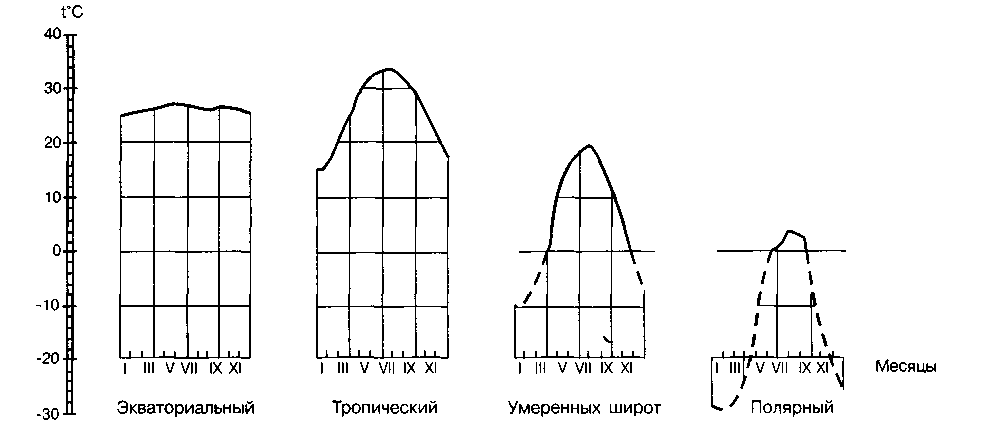
*Годовой ход температуры воздуха* (изменение среднемесячной температуры в течение года) определяется, прежде всего, широтой места. *Годовая амплитуда температуры воздуха*– разница между максимальной и минимальной среднемесячной температурой.

В зависимости от широты и континентальности можно выделить следующие типы годового хода температуры (рисунок 5):

***1. Экваториальный тип.*** Малая годовая амплитуда, так как различия в поступлении солнечной радиации в течение года невелики, а время наибольшего притока радиации на границу атмосферы совпадает с наибольшей облачностью и дождями. Внутри материков амплитуда порядка 5°, на побережьях менее 3°, над океанами - менее 1°. Обнаруживается, не всегда отчетливо, два максимума температуры после равноденствий и два более холодных сезона при наиболее низких положениях Солнца (солнцестояниях).

***2. Тропический тип.*** Амплитуда больше, чем в экваториальном типе, и составляет на побережье 5°, внутри материков 10 -15°. Один максимум и один минимум в течение года, после наивысшего и наинизшего стояния Солнца. В муссонных областях максимум в этом типе наблюдается перед началом летнего муссона, который приносит некоторое снижение температуры.

***3. Умеренных широт.*** Годовые амплитуды в континентальном климате составляют 25-40°, а в Азии могут достигать 60°, в морском – 10-15°. Крайние значения наблюдаются после солнцестояний, причем в морском климате они запаздывают по сравнению с континентальным. Так, в северном полушарии минимум температур наблюдается в январе на суше и феврале на море, соответственно максимум – в июле и августе. Переходные сезоны принимают в умеренном типе самостоятельный характер, причем в типично морском климате весна холоднее осени, а в континентальном – теплее. В умеренном типе различают подтипы: субтропический, собственно умеренный и субполярный. Переходные сезоны хорошо выражены только в среднем подтипе, в нем же годовые амплитуды имеют наибольшие различия для континентального и морского климата.



**Рисунок 5 – Типы годового хода температуры**

***4. Полярный тип.*** Минимум в годовом ходе перемещается на время появления солнца над горизонтом, после длительной полярной ночи. Максимальные температуры в северном полушарии наблюдаются в июле, в южном полушарии – в январе. Амплитуда на суше велика – порядка 30-40°, в морском климате она меньше, около 20°.

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 простирание и соответствуют годовому распределению радиационного баланса.

В среднем за год самой теплой параллелью является 10º с.ш. с температурой +27ºС – это ***термический экватор***. Летом термический экватор смещается до 20º с.ш., зимой – приближается к экватору на 5º с.ш.

Смещение термического экватора в северном полушарии объясняется тем, что в северном полушарии площадь суши, расположенная в низких широтах, больше по сравнению с южном полушарии, 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 северного полушария 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 северного полушария +15,2ºС, а южного полушария +13,2ºС. Минимальная температура в северного полушария достигала –77ºС (Оймякон) (абсолютный минимум СП) и –68ºС (Верхоянск). В южном полушарии минимальные температуры гораздо ниже; на станциях «Советская» и «Восток» была отмечена температура –89,2ºС (абсолютный минимум ЮП). Минимальная температура в безоблачную погоду в Антарктиде может опускаться до –93ºС. Самые высокие температуры наблюдаются в пустынях тропического пояса: в Триполи +58ºС, в Калифорнии в Долине Смерти, отмечена температура +56,7ºС.

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

1. *Жаркий*, ограничен в каждом полушарии годовой изотермой +20º С, проходящий вблизи 30º с. ш. и ю.ш.
2. *Два умеренных пояса*, которые в каждом полушарии лежат между годовой изотермой +20º С и +10º С самого теплого месяца (соответственно июля или января).
3. *Два холодных пояса*, граница проходит по изотерме 0ºС самого теплого месяца. Иногда выделяют области *вечного мороза*, которые располагаются вокруг полюсов.

### 5.4 Влагооборот в атмосфере

**Влагооборот *–*** непрерывный процесс перемещения воды под действием солнечной радиации и силы тяжести. Процесс этот незамкнут, поэтому правильнее говорить «влагооборот», а не «круговорот воды». Благодаря влагообороту в атмосфере возникают облака, на землю выпадают осадки.

Выделяют *малый, большой* и *внутриматериковый* влагооборот.

***Малый влагооборот*** наблюдается над океаном, здесь взаимодей ствуют 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 и живое вещество. Испарение и транспирация с поверхности океана и с суши обеспечивают поступление водяного пара в атмосферу. Облака, попадая в потоки общей циркуляции атмосферы, переносятся на значительные расстояния и осадки могут выпасть в любой точке на поверхности Земли.

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

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

**Испарение и испаряемость.** Водяной пар поступает в атмосферу в результате испарения с поверхности суши и океана и транспирации растений. Испарение воды происходит при любой температуре, но с повышением температуры скорость испарения возрастает. Испарение и транспирация составляют суммарное испарение. ***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. В процессе испарения молекулы воды преодолевают силы молекулярного притяжения и вылетают в воздух. Следствием этого является понижение температуры жидкости.

Скорость испарения с поверхности морей и океанов немного меньше по сравнению со скоростью испарения с поверхности пресноводных водоемов, так как испарение идет не из чистой воды, а из раствора. Особой сложностью отличается испарение с суши. Плотная почва с тонкими капиллярами испаряет больше влаги, чем рыхлая. Следовательно, глинистые почвы испаряют больше влаги, чем песчаные. Почвы темные теряют влаги больше, чем светлые. На вершинах холмов, где скорость ветра больше, испарение идет быстрее. Растительный покров предохраняет почву от нагревания солнечными лучами, увеличивает влажность воздуха, что заметно снижает испарение. Однако сами растения испаряют много влаги. На кронах задерживается до 30 % осадков, которые затем испаряются. Корни растений подают влагу из почвы к листьям, обеспечивая большую транспирацию. Следовательно, суммарное испарение с поверхности, покрытой растительностью, больше.

**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 неограниченных 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 Северном полушарии, 2000 мм в Южном. 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. Влажность воздуха определяется следующими показателями.

*Абсолютная влажность воздуха (а*) – реальное количество водяного пара в 1 м3 воздуха, *г/м3.*

*Максимальная влажность (А) –* предельное содержание водяных паров при данной температуре, г/м3.

*Относительная влажность* – отношение абсолютной влажности к максимальной, выраженное в процентах.

При повышении температуры относительная влажность понижается, так как с ростом температуры быстрее растет максимальная влажность.

*Суточные и годовые колебания абсолютной и относительной влажности.* В природных условиях наблюдается два типа суточного хода абсолютной влажности. Первый тип характерен для океанов: в этом типе максимум абсолютной влажности наблюдается в середине дня, минимум – перед восходом Солнца. Второй тип формируется над сушей. Здесь выделяется два максимума: в 9 – 10 ч и 20 – 21ч. Первый максимум обусловлен быстрым испарением в связи с нагревом поверхности, второй – ослаблением конвекции при продолжающемся испарении. В середине дня абсолютная влажность понижается, так как в результате конвекции влажный воздух поднимается вверх, а на его место приходит более сухой. Общее понижение абсолютной влажности наблюдается ночью. В суточном ходе относительной влажности наблюдаются один максимум перед восходом Солнца и один минимум в 15–16 ч.

***Годовой ход абсолютной и относительной влажности*** имеет простой режим. Максимум в годовом ходе абсолютной влажности приходится на лето, минимум – на зимние месяцы. Относительная влажность имеет годовой ход, обратный годовому ходу температур: максимум приходится на зиму, минимум – на лето.

Географическое распределение влажности зависит от температуры воздуха, испарения и переноса паров воды. Абсолютная влажность уменьшается от экватора к полярным широтам: на экваторе она равна 25 – 30 г/м3, в тропических широтах – 20 г/м3, в умеренных широтах – 5–10 г/м3, в полярных – около 1 г/м3 воздуха.

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 уменьшиться 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. Сублимация происходит при температуре около – 10 °С. Конденсация может происходить на поверхности Земли и в атмосфере. В первом случае образуются гидрометеоры, во втором – облака и туманы.

***Гидрометеорами*** называют продукты конденсации, образовавшиеся при непосредственном контакте водяного пара с земной поверхностью. К гидрометеорам относятся роса, иней, твердый и жидкий налет, изморозь. Гололед является особым типом атмосферных осадков.

Конденсация водяного пара в атмосфере приводит к образованию туманов и облаков. Туманы возникают в приземном слое воздуха, облака – в свободной атмосфере. ***Туман –*** скопление в приземном слое атмосферы капелек воды или кристаллов льда, понижающих горизонтальную видимость до 1 км. ***Облака –*** видимое скопление продуктов конденсации в виде капелек воды и кристаллов льда на некоторой высоте в атмосфере.

***Атмосферными осадками*** называют капли и кристаллы воды, выпавшие на земную поверхность из атмосферы. Капли и кристаллы в облаке очень малы, их легко удерживают восходящие токи воздуха. Чтобы капли начали расти, желательно присутствие в облаке капель разных размеров или капель и кристаллов. Если в облаке присутствуют капли разных размеров, начинается перемещение водяного пара к более крупным каплям и их рост. Растут капли и при соударении друг с другом.

По агрегатному состоянию выделяют *жидкие, твердые* и *смешанные* осадки. К жидким осадкам относятся *дождь* и *морось.* Капли дождя имеют диаметр от 0,05 до 7 мм, максимальный размер капли 9,4 мм. Капли диаметром до 0,5 мм образуют *морось,* падение капелек мороси на глаз незаметно.

К твердым осадкам относятся *снежная* и *ледяная крупа, снег* и *град.* Снежинки представляют собой шестигранные кристаллы. Иногда снег выпадает в виде больших хлопьев, достигающих в поперечнике 1 см и более. Снежная По характеру выпадения атмосферные осадки подразделяют на *ливневые, обложные* и *моросящие.* Ливневые осадки характеризуются большой интенсивностью (больше 1 мм/мин), малой продолжительностью и охватывают небольшие площади. Отмечены отдельные ливни интенсивностью до 38 мм/мин (Гваделупа).

Обложные осадки характеризуются меньшей интенсивностью (0,1 – 1 мм/мин), большей продолжительностью и охватывают большие площади.

Моросящие осадки имеют самую малую интенсивность; как и обложные осадки, они распространены на большой площади и характеризуются значительной продолжительностью. В умеренных широтах отмечено 56 % обложных осадков, 14 % ливневых и 30 % моросящих.

Количество осадков измеряется толщиной слоя воды (мм), который бы образовался в результате выпадения осадков при отсутствии просачивания, стока, испарения. Интенсивность выпадения осадков – это слой воды (мм), образующийся за 1 мин.

Наглядное представление о распределении осадков дает карта изогиет. ***Изогиеты*** – линии, соединяющие на карте точки с одинаковым количеством осадков. Максимальное количество осадков приходится на области пониженного давления с восходящими токами воздуха: в экваториальных 1500 – 2000 мм в год и в умеренных широтах до 1000 мм в год. На экваторе осадки внутримассовые, объясняются термической конвекцией и неустойчивой стратификацией воздуха; в умеренных широтах осадки, в основном фронтальные, образуются на фронтах при движении атмосферных вихрей – циклонов. Минимальное количество осадков характерно для областей с повышенным давлением и нисходящими токами воздуха. В тропических широтах количество осадков составляет 100 – 200 мм в год (кроме восточных берегов), в полярных широтах над ледяными щитами Антарктиды и Гренландии – до 100 мм в год. Абсолютный максимум осадков приходится на предгорья Гималаев (Черрапунджи – 12 660 мм), Анд (Тутунендо, Колумбия 11 770 мм). Минимальное количество осадков характерно для пустыни Атакама – 1 мм.

В годовом режиме осадков выделяют четыре ***типа годового хода осадков.*** Для *экваториального* типа годового хода осадков характерно практически равномерное выпадение осадков в течение года с двумя небольшими максимумами после дней равноденствия, общее количество составляет 1500 – 2000 мм.

В *муссонном* типе годового хода осадков наблюдается один абсолютный летний максимум осадков, зимой осадков мало. Количество осадков в тропических широтах равно 1500 мм, во внетропических широтах оно уменьшается до 1000 – 700 мм.

*Средиземноморский* тип годового хода осадков отличается зимним максимумом, связанным с активизацией полярного фронта. Летом при господстве тропической воздушной массы количество осадков резко уменьшается. В этом типе общее количество осадков уменьшается от 1000 мм на западных берегах материков до 300 мм внутри континента.

В умеренном типе выделяется два подтипа – морской и континентальный. В *умеренном морском* подтипе наблюдается практически равномерное выпадение осадков в течение года с небольшим зимним максимумом; общее количество осадков 1000–700 мм. Зимний максимум осадков связан с усилением циклонической активности в зимний сезон. В *умеренном континентальном* подтипе отмечается летний максимум осадков, количество зимних осадков немного меньше. Летний максимум осадков объясняется увеличением абсолютной влажности воздуха при повышении температур. Кроме того, прибавляются конвективные осадки, которых зимой нет.

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

***К = r / Е × 100 %,***

где *К* – коэффициент увлажнения; r– количество осадков; *Е* – испаряемость.

Для территорий с избыточным увлажнением *К* > 1 (100%); к ним относятся заболоченная тундра, тайга, экваториальные леса. Саванны, лесостепи являются территориями с нормальным увлажнением, здесь коэффициент равен 0,8 – 1 (80–100 %). К территориям с недостаточным увлажнением относятся степи – *К* равен 0,3–0,6 (30-60 %), полупустыни – 0,1–0,3 (10-30 %) и пустыни – 0,12 (меньше 12 %).

Увлажнение характеризуется также радиационным индексом сухости (М.И. Будыко) – отношением радиационного баланса к теплоте, необходимой на испарение годового количества осадков:

***К = Rб / Lr***

где *К* – индекс сухости; *Rб* – радиационный баланс; *L* – скрытая теплота парообразования; г – количество осадков.

Ничтожное увлажнение характерно для пустынь (К> 3), недостаточное увлажнение для полупустынь *(К* = 1-3). Достаточное увлажнение *(К* = 1) наблюдается в саваннах, лесостепях. Увлажнение избыточное (К = 1-0,45) характерно для экваториальных лесов и лесов умеренного пояса.

### 5.5 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 в глубь 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. При спокойном состоянии воздуха давление на единицу площади соответствует массе находящегося над ней воздушного столба. Давление на каждый квадратный сантиметр поверхности на уровне океана равно 1033,3 г. ***Нормальное атмосферное давление*** – вес атмосферного столба сечением 1 см2 на уровне океана при 0 °С на 45° широты. Оно уравновешивается столбиком ртути в 760 мм. Нормальное атмосферное давление равно 760 мм ртутного столба или 1013,25 мб (миллибар). Давление в СИ измеряется в паскалях (Па): 1 мб = 100 Па. Нормальное атмосферное давление равно 1013,25 гПа.

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 мб, называется ***барической ступенью.*** Барическая ступень на высоте от 0 до 1 км составляет 10,5 м, от 1 до 2 км – 11,9 м; на высоте 2–3 км барическая ступень равна 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/см3), возникающим в результате неравномерного нагрева подстилающей поверхности. Над одинаково нагретой поверхностью в слое воздуха с высотой давление равномерно понижается и ***изобарические поверхности –*** поверхности, проведенные через точки с одинаковым давлением, – расположатся параллельно друг другу и подстилающей поверхности. Если начнется нагрев одного из участков (например, поля), возникнет конвекция, плотность воздуха уменьшится, объем увеличится, но масса останется без изменения, значит, давление на подстилающую поверхность пока не изменится.

Изменение давления в атмосфере показывается с помощью изобарических поверхностей. В области повышенного давления изобарические поверхности обращены выпуклостью вверх, в области пониженного давления – выпуклостью вниз. На земной поверхности давление показывается с помощью ***изобар*** – линий, соединяющих точки с одинаковым давлением. Изобары представляют собой линии пересечения изобарических поверхностей с земной поверхностью.

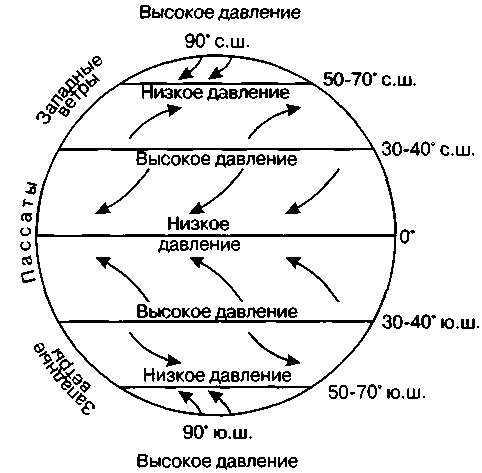
Изобары образуют замкнутые и незамкнутые системы (рисунок 6). К замкнутым барическим системам относятся *барические максимумы* и *минимумы*, к незамкнутым – *барические гребень, ложбина* и *седловина*. Барический минимум – система замкнутых изобар с пониженным давлением в центре, барический максимум – система замкнутых изобар с повышенным давлением в центре. Барический гребень – полоса повышенного давления от барического максимума внутри поля пониженного давления. Барическая ложбина соответствует полосе пониженного давления от барического минимума внутри поля повышенного давления. Между двумя барическими максимумами и двумя минимумами, расположенными крест-накрест, образуется незамкнутая система изобар, называемая барической седловиной. В литературе встречается понятие *«барическая депрессия»* – пояс пониженного давления, внутри которого могут быть замкнутые барические минимумы.



**Рисунок 6 – Виды барических систем**

Изменение давления имеет суточный и годовой ход, зависящий от нагрева подстилающей поверхности. Суточный ход имеет один максимум ночью и минимум – днем. В годовом ходе над сушей максимум наблюдается зимой, минимум – летом, над океаном, наоборот, минимум приходится на зиму, максимум – на летний сезон. Давление на Земле постоянно меняется. Максимальное давление зарегистрировано в Красноярском крае в 1968 г. – 1083,8 мб, минимальное – на Филиппинских островах в 1979 г. – 870 мб. В Москве (150 м над уровнем моря) самое высокое давление достигало 1037 мб, самое низкое – 944 мб.

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 – 20° с.ш., в декабре – в Южное, на 5° ю.ш. В тропических широтах давление в течение года повышенное, зимой над океанами и над сушей возникает сплошной пояс повышенного давления, летом повышенное давление сохраняется только над океанами, над сушей давление уменьшается, возникают термические депрессии. В умеренных широтах Северного полушария летом формируется сплошной пояс пониженного давления, зимой над материками из-за сильного охлаждения поверхности возникают барические максимумы. В Южном полушарии в умеренных и субполярных широтах над водной поверхностью весь год существует полоса пониженного давления. В полярных широтах, над ледяными щитами Антарктиды и Гренландии давление в течение года повышенное (рисунок 7).



**Рисунок 7 – Распределение атмосферного давления у поверхности земного шара**

Следовательно, существуют территории, над которыми в течение года давление сохраняется постоянным, здесь формируются ***постоянные барические системы***. На экваторе экваториальная депрессия. В тропических, субтропических широтах пять барических максимумов: Северо-Тихоокеанский, Северо-Атлантический, Южно-Тихоокеанский, Южно-Атлантический, Южно-Индийский.

В умеренных широтах Северного полушария в течение года существуют Алеутский и Исландский барические минимумы, в Южном полушарии – Приантарктический пояс пониженного давления. В полярных широтах – два барических максимума: Антарктический и Гренландский.

***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: летний Южно-Азиатский минимум с центром около 30° с.ш., зимний Азиатский максимум с центром над Монголией. В Северной Америке – летний Мексиканский минимум, Северо-Американский и Канадский максимумы, образующиеся зимой.

Все барические системы смещаются вслед за Солнцем в летнее полушарие: в июле они занимают крайнее северное положение, в декабре – крайнее южное. Все барические системы оказывают большое влияние на воздушные течения, погоду и климат на значительных территориях. Их называют *центрами действия атмосферы.*

**Ветер. Характеристики ветра.** Движение воздуха в горизонтальном направлении называется ветром. Ветер характеризуется скоростью, силой и направлением. |

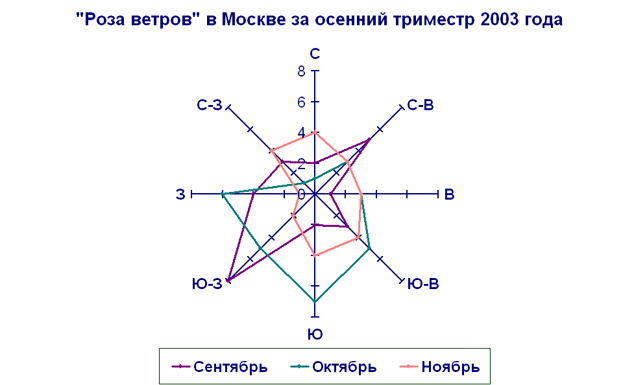
*Скорость* – расстояние, которое проходит воздух за единицу времени, выражается в м/с, км/ч.

*Сила ветра –* давление, оказываемое воздухом на площадку в 1 м2, расположенную перпендикулярно движению. Сила ветра определяется в килограммах на квадратный метр (кг/м2) или в баллах по шкале Бофорта (0 баллов – штиль, 12 баллов – ураган).

Скорость ветра определяется *горизонтальным барическим градиентом* – изменением давления на единицу расстояния в сторону уменьшения давления и перпендикулярно изобарам. За единицу расстояния принимается 100 км. Замедляет движение воздуха трение о земную поверхность, которое сказывается до высоты 1000 м. Этот слой атмосферы называется слоем трения, выше него скорость ветра больше. Максимальные скорости ветра были зафиксированы в Антарктиде – до 90 м/с. Максимальная скорость ветра в приземном слое воздуха наблюдается в 13–14 ч, минимальная – в ночные часы. В более высоких слоях атмосферы суточный ход скорости ветра обратный. Такое движение воздуха объясняется изменением интенсивности вертикального обмена в атмосфере в течение суток. Средняя скорость ветра у земной поверхности равна 5–10 м/с. Зимой скорость ветра возрастает из-за уменьшения трения над снежным покровом, летом скорость ветра становится меньше.

*Направление ветра* определяется той точкой горизонта, откуда дует ветер, оно выражается в румбах или азимутом. Румб – направление к точке видимого горизонта относительно сторон света.

Главные румбы – север, юг, восток и запад. Азимут в градусах отсчитывается от севера по часовой стрелке. Для более точного определения направления иногда указываются и румб и азимут: С 25° В, т.е. от севера к востоку на 25°. Наглядное представление о повторяемости ветров определенных направлений дает диаграмма *«роза ветров»* (рисунок 8). Она показывает, какие ветры преобладали на данной территории за определенный промежуток времени. Направление ветров, их величину необходимо знать при планировании улиц, размещении промышленных предприятий.



**Рисунок 8 – Роза ветров**

**Ветры общей циркуляции атмосферы (ОЦА).** ***Общая циркуляция атмосферы*** – система воздушных потоков планетарного масштаба, охватывающая весь земной шар, тропосферу и нижнюю стратосферу. Все крупномасштабные воздушные течения являются лишь наиболее устойчивыми потоками, которые обнаружены с помощью статистических расчетов. При этом сложные ежедневно меняющиеся атмосферные вихри сглаживаются и выявляются наиболее устойчивые особенности. 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.

Общая циркуляция атмосферы 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. И в приземном слое атмосферы начинается движение от полюсов к экватору. Вывод: солнечная радиация формирует меридиональную составляющую общей циркуляции атмосферы.

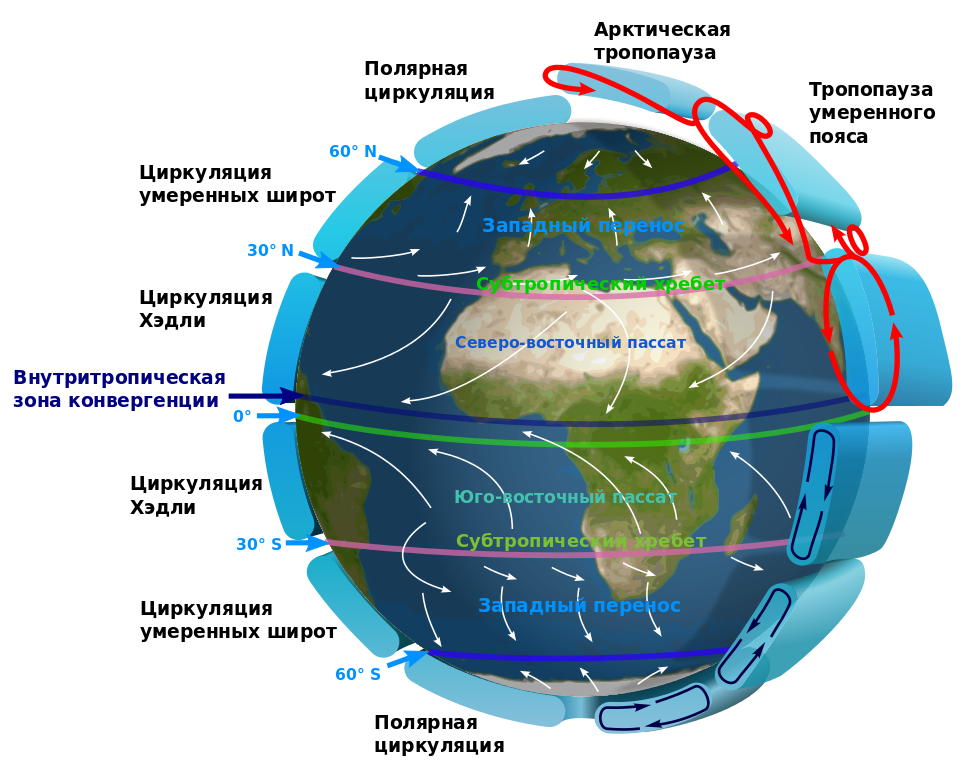
На однородной вращающейся Земле действует еще сила Кориолиса. Наверху сила Кориолиса отклоняет поток в Северном полушарии вправо от направления движения, т.е. с запада на восток.

В Южном полушарии движение воздуха отклоняется влево, т.е. опять с запада на восток. Поэтому вверху возникает западный перенос, он отмечен для всей Земли в целом. Наблюдения и измерения показали, что в верхней тропосфере и нижней стратосфере в интервале высот от 10 до 20 км давление действительно уменьшается от экватора к полюсам и существует западный перенос. Ветры на этих высотах дуют вдоль параллельных прямолинейных изобар, ветер вне слоя трения довольно сильный.

В общем движение воздуха происходит вокруг полюсов. Следовательно, сила Кориолиса формирует зональный перенос общей циркуляции атмосферы.

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 (рисунок 9).

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 давление меняется в течение года и только зимой, когда возникает сплошной пояс высокого давления, формируется зимний пассат. Воздух оттекает из области высокого давления в сторону экваториальной депрессии. Летом над сушей в тропических широтах давление уменьшается из-за сильного прогрева и перемещения в эти широты экваториальной депрессии. В Северном полушарии пассаты имеют северо-восточное направление, в Южном полушарии – юго-восточное. Воздух перемещается к экватору от менее нагретой поверхности к более нагретой, в результате прогрева воздуха начинается конвекция. Но развивается она только в нижнем слое. На высоте 1200 – 2000 м лежит инверсионный слой, препятствующий образованию облаков и осадков. Пассаты двух полушарий сходятся вблизи экватора.



**Рисунок 9 – Общая циркуляция атмосферы**

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 Северном полушарии направление ветров юго-западное, в Южном полушарии – северо-западное.

Преобладающими ветрами в полярных широтах являются северо-восточные в Северном полушарии и юго-восточные – в Южном. Воздух перемещается от полярных областей повышенного давления в сторону пояса пониженного давления умеренных широт.

Анализ по широтам основных частей ОЦА позволяет выделить три зональных незамкнутых звена: – полярное: в нижней тропосфере дуют восточные ветры, выше – западный перенос; западных направлений; – тропическое звено: в нижней тропосфере – восточные ветры, выше – западный перенос.

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 схему общей циркуляции атмосфера и обеспечивают междуширотный обмен теплотой и влагой. Главными меридиональными переносами являются *муссоны* – сезонные ветры, меняющие летом и зимой направление на противоположное. Выделяют муссоны *тропических-экваториальных широт* и муссоны *внетропических широт*. В первом случае причиной муссонов является разный нагрев полушарий по сезонам. В июле экваториальная депрессия перемещается в Северное полушарие на 15 –20° с.ш. В Южном зимнем полушарии в тропических широтах образуется пояс высокого давления. Зимний муссон юго-восточного направления устремляется к экватору, при пересечении экватора он меняет свое направление на юго-западное, нагревается, набирает влагу и как летний влажный муссон приходит в субэкваториальные широты Северного полушария. В январе экваториальная депрессия перемещается в Южное полушарие на 5° ю.ш. В Северном зимнем полушарии в тропических широтах образуется пояс высокого давления. Воздушный поток начинает свое движение от тропиков Северного полушария как северо-восточный зимний муссон. В Южное полушарие он приходит летним северо-западным муссоном. Летний влажный муссон, дующий от экватора, обусловливает сезон дождей, зимний муссон – это пассат соответствующего полушария, он не приносит осадков. Муссонная циркуляция характерна для субэкваториальных поясов.

Внетропические муссоны проявляются на восточных берегах материков от тропиков до субарктических широт, образуются они из-за неравномерного нагрева суши и океана в один и тот же сезон года. Зимой над материками давление значительно выше и воздух движется с суши на море (зимний муссон). Летом, наоборот, при очень низком давлении на суше направление движения с океана на материк (летний муссон). Особенно ярко муссонная циркуляция проявляется на восточном побережии Азии. Зимой над Азией формируется Азиатский максимум, над Тихим океаном существует постоянный барический минимум – Алеутский. Воздух идет из Азиатского максимума, с континента на океан и отклоняется вправо, принимая северо-западное направление (зимний муссон).

Летом над Азией образуется Южно-Азиатский минимум. Из Северо-Тихоокеанского постоянного максимума воздух перемещается в сторону материка. Под влиянием силы Кориолиса он приобретает юго-восточное направление и как летний муссон приходит на материк.

**Ветры циклонов и антициклонов.** В атмосфере при встрече двух воздушных масс с разными характеристиками постоянно возникают крупные атмосферные вихри – циклоны и антициклоны. Они сильно усложняют схему общей циркуляции атмосферы.

***Циклон*** – плоский восходящий атмосферный вихрь, проявляющийся у земной поверхности областью пониженного давления, с системой ветров от периферии к центру против часовой стрелки в Северном полушарии и по часовой – в Южном.

***Антициклон*** – плоский нисходящий атмосферный вихрь, проявляющийся у земной поверхности областью повышенного давления, с системой ветров от центра к периферии по часовой стрелке в Северном полушарии и против часовой – в Южном.

Вихри плоские, так как их горизонтальные размеры – тысячи квадратных километров, а вертикальные –15 – 20 км. В центре циклона наблюдаются восходящие токи воздуха, в антициклоне – нисходящие.

Циклоны и антициклоны образуются во фронтальных зонах, их возникновение обусловлено разными факторами, главным выступает разрыв между скоростями воздушных течений, разделяемых фронтом. Возникает изгиб – волна с длиной 1000 км. В теплом секторе волны давление понижено, здесь возникает циклон. В тыловой части, где господствует холодный воздух, формируется антициклон.

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 цикл он находится на более молодой стадии развития и двигается быстрее. Циклоны нагоняют друг друга, смыкаются, образуя центральные циклоны – второй тип циклона. Благодаря малоподвижным центральным циклонам поддерживается область пониженного давления над океанами в умеренных широтах.

Различают циклоны низкие и высокие. Низкие циклоны – теплые, высокие – холодные. Теплые циклоны формируются в пределах нижней и средней тропосферы. В центре циклона наблюдается самая высокая температура. Над низким циклоном наверху располагается антициклон. Высокие циклоны холодные. Они захватывают всю тропосферу и могут вторгаться в стратосферу. Изобары в нем вогнутые, температура в центре – низкая. Тропические циклоны образуются на тропических фронтах чаще всего между 5 и 20° северной и южной широты, на экваторе сила Кориолиса равна нулю и циклоны не образуются. Возникают они над океанами в конце лета и осенью, когда вода нагрета до температуры 27–28 °С. Мощный подъем теплого и влажного воздуха приводит к выделению огромного количества теплоты при конденсации, что определяет кинетическую энергию циклона и низкое давление в центре. Появляется грозовое облако высотой до 14–18 км, нисходящими потоками воздуха.

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. В Северном полушарии им принято давать женские имена, в Южном – мужские.

Тропические циклоны вызывают огромные разрушения и сильнейшие бури. В 1970 г. в Бенгалии от одного циклона погибло 300 тыс. человек. В ряде стран организована служба оповещения и предупреждения о приближающихся тропических циклонах.

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

При движении с запада на восток циклоны испытывают отклонение к северу, а антициклоны – к югу в Северном полушарии. Причина отклонений объясняется влиянием силы Кориолиса. На северной периферии атмосферного вихря сила Кориолиса больше. 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 тыловой части циклона и передней части антициклона воздух двигается из высоких широт в низкие, в передней части циклона и тыловой антициклона, наоборот, из низких широт в высокие. Внедрение теплых воздушных масс называется «волнами тепла». Перемещение тропических воздушных масс в умеренные широты летом вызывает засуху, а 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 боры*.

*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 на верху 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 при-

земном 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.

*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. На наветренном склоне до уровня конденсации воздух охлаждается по сухой адиабате, выше уровня конденсации – по влажной адиабате. На подветренном склоне при опускании воздух нагревается по сухой адиабате. Если уровень конденсации лежит достаточно низко, температура воздуха на поверхности за горой может оказаться значительно выше. Фёны наиболее часты в переходные сезоны, продолжительность их несколько суток (в Альпах в году 125 дней с фёнами). В горах Тянь-Шаня подобные ветры называют кастек, в Средней Азии – гармсиль, в Скалистых горах – чинук. Фены вызывают раннее цветение садов, таяние снега.

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

**Мелкомасштабные вихри.** К мелкомасштабным вихрям относятся *смерчи* и *тромбы (торнадо).* Вихри над морем называются смерчами, над сушей – тромбами. Для них характерны небольшие размеры (диаметр 100–300 м), большая скорость ветра, большая разность давления внутри вихря и вблизи него. Сам вихрь двигается со скоростью 30–40 км/ч, но скорость ветра в нем достигает 100 м/с. Возникают тромбы обычно поодиночке, смерчи – сериями. Например, 23 ноября 1981 г. у побережья Англии в течение пяти часов сформировалось 105 смерчей.

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 тромбов (торнадо) в США объясняется приходом влажного теплого воздуха с Мексиканского залива. Виден тромб благодаря втягиванию пыли и конденсации водяных паров. При движении смерчи и тромбы вырывают деревья, разрушают постройки, переносят людей, животных. При разрушении вихрей эти предметы падают на поверхность. В 1932 г. в Англии было зафиксировано падение тысяч живых лягушат.

### 5.6 Погода и климат

Теплооборот, влагооборот и циркуляция атмосферы формируют погоду и климат в географической оболочке.

***Погода*** – состояние атмосферы в данный момент над определенной территорией. Погода характеризуется совокупностью метеоэлементов: температурой, давлением, влажностью, осадками, облачностью.

Погода отличается изменчивостью, многообразием и повторяе мостью. Систематические наблюдения за погодой позволили выделить комплексные типы погод (классификация принадлежит Е. Е. Федорову). Типы объединены в три большие группы: *погоды безморозные, с переходом температуры через ноль, морозные погоды.*

Безморозные погоды образуются при положительном радиационном балансе и положительных температурах воздуха. Погоды с переходом температуры воздуха через ноль отмечаются в умеренных широтах в переходные сезоны года, когда радиационный баланс равен нулю. Морозные погоды формируются в зимний сезон при отрицательном радиационном балансе и отрицательных температурах воздуха.

Изучением погоды и способов ее предсказания занимается наука синоптическая метеорология. Учреждения, занимающиеся получением сведений о погоде, составлением прогнозов погоды, объединяются в Службу погоды.

*Прогноз погоды* – предвидение о будущем состоянии погоды, составленное на основе анализа развития крупномасштабных атмосферных процессов. Прогноз погоды состоит из двух этапов. Первый этап заключается в систематическом получении исходного материала по всем метеоэлементам. Эти данные собирают со всех метеостанций, обрабатывают и наносят на карты. На втором этапе осуществляется анализ полученных материалов и прогнозирование погоды. Бывают *краткосрочные* и *долгосрочные* прогнозы, первые составляют на каждый день, вторые – на более длительный срок – неделю, месяц или год.

***Климат***(от греч. *klima* – наклон) – многолетний режим погод данной местности, обусловленный солнечной радиацией, подстилающей поверхностью и циркуляцией атмосферы. Наука, изучающая климат, называется климатологией. В задачи климатологии входит исследование причин формирования климатов, описание климатов разных территорий, изучение климатов прошлого, составление прогноза изменения климата.

**Процессы и факторы климатообразования.** ***Процессы климатообразования*** – силы, действие которых определяет климат данного региона. Важнейшими климатообразующими процессами являются *теплооборот, влагооборот* и *циркуляция атмосферы.* Эти физические процессы имеют один общий источник энергии – солнечную радиацию. Природа их одинакова на всей Земле, но проявляются они различно. Теплооборот создает тепловой режим поверхности и атмосферы. Начинается теплооборот с поступления солнечной энергии, за счет которой происходит нагрев поверхности и атмосферы. Они, в свою очередь, начинают испускать длинноволновую радиацию, также участвующую в теплообороте. Теплота переносится воздушными потоками при конвекции и адвекции. В атмосфере теплота выделяется при конденсации водяного пара. Теплооборот находит свое выражение в тепловом режиме поверхности и атмосферы. Температура изменяется в течение суток, сезонов года. На температуру влияет солнечная радиация, циркуляция воздушных масс. Например, приход циклона приводит к увеличению облачности, что нарушает правильный ход температур.

Влагооборот включает все виды вод и физические процессы, связанные с их перемещением: испарение, конденсация, выпадение осадков, стекание воды по поверхности и внутри почвогрунтов. Для каждого природного района характерен свой влагооборот, выражающийся в количестве осадков, испарении, облачности.

Атмосферная циркуляция является следствием неравномерного нагрева поверхности. Неравномерное нагревание обусловливает неравномерное распределение давления, формирующее потоки общей циркуляции атмосферы. Зональное распределение давления вместе с силой Кориолиса создают зоны западного и восточного переноса. В системе циркуляции атмосферы большое место занимают муссоны, пассаты, циклоны и антициклоны. Все климатообразующие процессы тесно связаны между собой. Теплооборот влияет на испарение, облачность, осадки. Увеличение облачности приводит к снижению поступления солнечной радиации, следовательно, и температуры летом. Зимой, наоборот, уменьшение облачности обусловливает снижение температур за счет увеличения эффективного излучения. Движение воздушных масс сопровождается переносом теплоты и влаги.

Кроме климатообразующих процессов на климат оказывают влияние факторы. ***Факторы климатообразования*** – географические условия, определяющие своеобразие и скорость протекания климатообразующих процессов. К климатообразующим факторам относятся *солнечная радиация, подстилающая поверхность, человеческая деятельность*. Солнечная радиация распределяется зонально по поверхности земли. Ее значение зависит от угла падения солнечных лучей и продолжительности освещения. Радиационный баланс в целом уменьшается от экватора к полюсам, обеспечивая выделение астрономических поясов освещения и тепловых поясов, положенных в основу выделения климатических поясов. Подстилающая поверхность – важный фактор климатообразования. Под влиянием различий водной поверхности и поверхности суши формируются океанический и материковый климаты.

Материковый климат отличается большой годовой амплитудой температур, меньшей относительной влажностью. Влияние на климат оказывают теплые и холодные течения в океане, они переносят теплоту и холод. Над теплыми течениями воздух прогревается, возникает конвекция, что приводит к образованию облаков и осадков. Над холодными течениями воздух остывает, что затрудняет конвекцию. Данные различия обусловливают выделение климатов западных и восточных берегов. На суше большое значение имеют высота гор, их экспозиция.

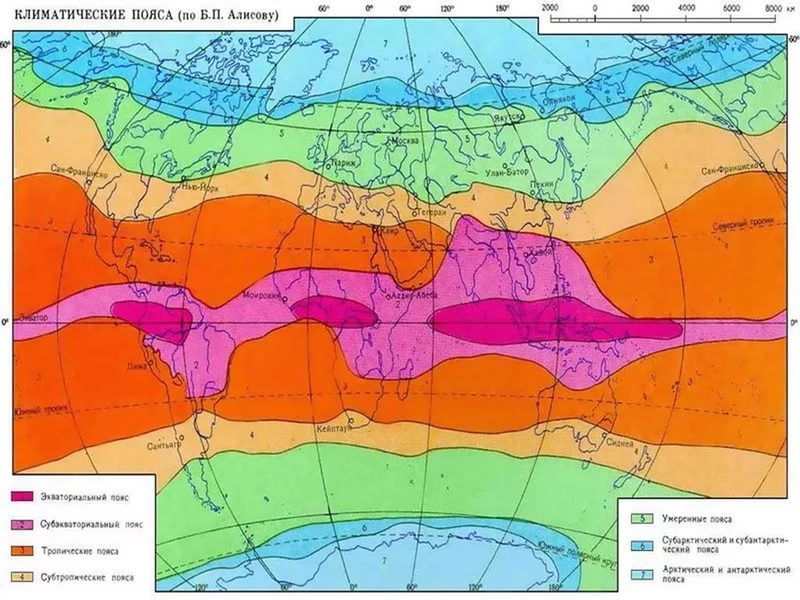
С увеличением высоты приход солнечной радиации увеличивается, но возрастает и излучение поверхности, поэтому температуры падают. В котловинах зимой может возникать инверсия температуры, на дно котловин затекает холодный воздух и застаивается.

Количество осадков возрастает до уровня конденсации, потом уменьшается. На горах выделяются высотные климатические пояса. На климат влияют сезонный снежный покров, ледники, растительность. Известно, что лед и снег обладают большим альбедо. Подсчитано, что если бы льды сплошь покрыли Землю, температура ее поверхности снизилась примерно на 100°. Ледяной покров сильно снижает температуру полярных районов, увеличивая контрасты температур между высокими и низкими широтами.

**Классификация климатов.** Известны классификации климатов Л.С. Берга (по геоботаническим признакам), В.П. Кеппена (по средним значениям температур, влажности и пр.), Е.Е. Федорова (по комплексным показателям).

Наиболее популярной является *генетическая классификация климатов Б.П. Алисова*. В основу ее положены условия циркуляции атмосферы, типы воздушных масс и их перемещение. В зависимости от особенностей циркуляции и типа воздушной массы выделяется 13 климатических поясов. Основные пояса характеризуются господством одной воздушной массы в течение года. В переходных поясах происходит смена воздушных масс по сезонам. Границы поясов проводятся по летнему и зимнему положению климатических фронтов (рисунок 10).

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.



**Рисунок 10 – Климатические пояса**

**Характеристика климатов. *Типы климатов экваториального климатического пояса*.** Экваториальный климатический пояс развит в виде трех замкнутых областей на западных берегах экваториальной Африки, Южной Америки и на Зондских островах. Разрыв пояса на восточных берегах материков объясняется господством субтропических барических максимумов над океанами. Наибольший приток воздуха идет по экваториальным перифериям барических максимумов, он захватывает восточные берега материков. Оттекающий морской тропический воздух (мТВ) имеет устойчивую стратификацию и ненасыщен влагой. Границы экваториального климатического пояса определяются зимним положением тропического климатического фронта двух полушарий. По современным представлениям, положение тропического фронта достаточно условно, так как фронт развит слабо. В экваториальных широтах по обеим сторонам от экватора выделяют внутритропическую зону конвергенции (ВЗК).

Величина суммарной радиации 580–670 кДж/см2 в год немного понижена из-за большой облачности и влажности экваториальных широт по сравнению с тропиками. Радиационный баланс на материке составляет 330 кДж/см2 в год, на океане он равен 420 –500 кДж/см2 в год. Самый большой баланс на Земле объясняется небольшим эффективным излучением из-за большой влажности воздуха, пониженным альбедо над лесами и водой в экваториальных широтах при большой высоте Солнца над горизонтом.

На экваторе весь год господствует экваториальная воздушная масса. Здесь в течение года существует пояс пониженного давления – Экваториальная депрессия. Внутритропическая зона конвергенции характеризуется сходимостью пассатов двух полушарий, обусловливающей мощные восходящие потоки воздуха. Но конвекция развивается не только по этой причине. На экваторе господствует влажно неустойчивая стратификация воздуха. Влажный воздух легче сухого; поднимаясь вверх, он остывает на 0,5 °С на 100 м и остается теплее окружающей среды. Подъем продолжается до высоты 16–18 км. Уровень конденсации в экваториальных широтах лежит низко, при достижении его начинается конденсация водяных паров, образование облаков.

В экваториальном климатическом поясе выделяют материковый и океанический климаты, но разница между ними небольшая. Температурный режим характеризуется экваториальным типом годового хода температуры и имеет два небольших максимума после дней равноденствия. На материке максимумы наблюдаются спустя месяц после дней равноденствия (апрель, октябрь), на океане – спустя два месяца (май, ноябрь). После дней солнцестояния, когда Солнце перемещается на линии тропиков, в экваториальных широтах температура немного падает. На материке среднемесячная температура воздуха 24–28 °С, годовая амплитуда температур равна 4–6 °С. На океане годовой ход температур более ровный – 25 – 26 °С, годовая амплитуда температуры составляет 1 – 2°.

Испарение одинаково велико над океаном и над материком, покрытым густой растительностью, и составляет 1500 – 2000 мм.

Абсолютная влажность равна 30 г/м3, относительная влажность – 80–85 % на материке и до 90 % на океане. Облачность составляет около 7 баллов в течение всего года. Характерен экваториальный тип годового хода осадков с двумя небольшими максимумами после дней равноденствия; общее количество осадков равно 2000 мм. Максимум осадков зафиксирован в Колумбии – 11 770 мм. Над сушей после полудня развиваются мощные кучевые облака благодаря сильному нагреву и конвекции и идут ливневые осадки. Над океаном осадки начинаются ночью. В горах климатическая снеговая граница лежит на высоте около 4500 м. Увлажнение избыточное (К> 1). Реки в экваториальных широтах полноводны в течение всего года. На экваторе растут влажные экваториальные леса – гилей (в Южной Америке влажные леса называются сельвой, в Африке – джунглями). Леса характеризуются большим видовым разнообразием (3000 видов), сомкнутостью крон, наличием воздушных корней. Основные культурные растения: кофейные деревья, какао, кола, каучуконосы, масличные пальмы.

**Типы климатов субэкваториального климатического пояса**. Субэкваториальный климатический пояс развит сплошной полосой в Северном и Южном полушариях, значительно расширяясь над материками в результате внедрения в летнее время экваториального воздуха в термические депрессии. Границами пояса являются зимнее и летнее положения тропического фронта.

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. В Северном полушарии направление ветров летом юго-западное, зимой – северо-восточное. Летом соответствующего полушария в поясе господствует экваториальная воздушная масса, зимой – тропическая воздушная масса. На тропическом фронте, особенно над океанами, формируются и перемещаются тропические циклоны.

В субэкваториальном климатическом поясе развиты четыре типа климата: материковый, океанический, западных побережий и восточных побережий.

***Материковый климат****.* В температурном режиме выделяются три термических сезона: самый жаркий – весна, среднемесячная температура увеличивается до 30 – 35 °С. Весна наступает после сухого зимнего сезона и вся возрастающая солнечная радиация расходуется на нагрев поверхности. Летом температура снижается до 26 – 27 °С, так как приходит экваториальный воздух и большая часть радиации тратится на испарение огромного количества осадков. Зима – самый сухой и прохладный сезон, температура в это время снижается до 22–23 °С. Годовая амплитуда температуры составляет 8–10°.

Материковый климат характеризуется значительными колебаниями влажности воздуха: летом относительная влажность равна 80 %, зимой снижается до 40 %, абсолютная влажность в среднем равна 25 г/м3. Наблюдается муссонный тип годового хода осадков с абсолютным летним максимумом, зимой осадки могут вообще отсутствовать. Общее количество осадков равно 1500 мм, на наветренных склонах гор количество осадков резко увеличивается.

В Черрапунджи зафиксирован максимум осадков 12 660 мм. Увлажнение территории нормальное (К= 1). Распространены саванны. Основные культурные растения: кофейные деревья, какао, сахарный тростник, хлопчатник.

***Климат западных побережий***. В температурном режиме, как и в материковом климате, выделяется три термических сезона, но температуры ниже. Весной среднемесячная температура равна 26 – 27 °С, летом – 22–23 °С, зимой опускается до 20 °С. Понижение температуры объясняется проникновением к побережью струй холодных течений и апвеллингом (подъем холодных донных вод). Климат характеризуется муссонным типом годового хода осадков, но отличается от материкового климата тем, что общая величина осадков меньше 1000 мм и зимой осадков нет. Увлажнение территории недостаточное *(*К <1), на побережьях распространены сухие саванны.

***Климат восточных побережий***характеризуется повышением среднемесячных температур при сохранении термического режима. Весной температура равна 29 °С, летом 27 °С, зимой 25 °С, годовая амплитуда температур уменьшается до 4°. Повышение температуры объясняется подходом к берегам струй теплых течений. Наблюдается муссонный тип годового хода осадков, общее количество равно 1500 мм. В этом климате возможны зимние осадки, так как воздух, проходя над теплым течением, нагревается, приобретает неустойчивую стратификацию и поднимается до уровня конденсации. Увлажнение избыточное (К> 1), произрастают влажные тропические леса.

***Океанический климат***наблюдается во всех океанах в полосе от 10° с.ш. до 10° ю.ш. Температурный режим и температура напоминают климат восточных побережий. Характерны тропические циклоны. Они зарождаются осенью и характеризуются сильными ветрами и обильными осадками.

Типы климатов тропических климатических поясов. Тропический климатический пояс в Южном полушарии распространяется сплошной полосой, расширяясь над океанами. На океанах в течение года господствуют постоянные барические максимумы, в которых формируется тропическая воздушная масса. В Северном полушарии тропический пояс разрывается над Индокитаем и Индостаном; разрыв пояса объясняется тем, что господства тропической воздушной массы в течение всего года не наблюдается.

Летом в Южно-Азиатский минимум проникает экваториальный воздух, зимой – из Азиатского максимума далеко к югу вторгается полярная воздушная масса. Границами тропического климатического пояса являются летнее положение тропического фронта и зимнее положение полярного фронта.

Годовая величина суммарной радиации вследствие малой облачности, большой высоты Солнца и прозрачности воздуха в тропических широтах больше, чем в экваториальных: на материке 750 – 840 кДж/см2 в год (в Северном полушарии до 920 кДж/см2 в год), на океане 670 кДж/см2 в год. В связи с тем, что эффективное излучение в тропических пустынях очень велико, радиационный баланс составляет 250 кДж/см2 в год на материке и 330–420 кДж/см2 в год на океане.

В тропическом климатическом поясе в течение всего года господствует тропическая воздушная масса. Она формируется в постоянных барических максимумах на океанах и в термических депрессиях на материках в летний период. На границах пояса, на полярном и тропическом фронтах влияние на климат оказывают циклоны.

В тропическом климатическом поясе развиты четыре климата: материковый, океанический, западных побережий и восточныпобережий.

***Материковый климат (экстрааридный)***распространен в Северном полушарии – в Африке, на Аравийском полуострове, в Южном полушарии – в Австралии, Южной Африке. В температурном режиме выделяется тропический тип годового хода температуры: наблюдается один максимум после дня летнего солнцестояния и один минимум после дня зимнего солнцестояния (в Северном полушарии). Среднемесячная температура летом (июль в Северном полушарии, январь – в Южном) достигает 30 – 35 °С, зимой (январь в Северном полушарии, июль – в Южном) температура опускается до 20 °С, годовая амплитуда температур составляет 10 – 15 °С. На северном побережье Африки зафиксирована максимальная температура 58 °С; в Австралии максимальная температура 51 °С. Зимой в центре Австралии и в пустыне Сахара отмечено падение температуры ниже нуля. Суточная амплитуда температуры может достигать 40°.

Материковый климат отличается высокой абсолютной влажностью воздуха (20 – 25 г/м3) и низкой относительной влажностью (30–40 %). Летом относительная влажность может понизиться до 10 %. Объясняется это высокой температурой и небольшим испарением, так как воды практически нет. Облачность в среднем равна 2 – 3 баллам, в Асуане – 0 баллам. Осадков выпадает мало – около 50–100 мм в год, характерны «сухие дожди», когда наверху идет дождь, но до земли не доходит, капли испаряются на лету. Несколько лет осадков может вообще не быть. Отсутствие осадков в летнее время объясняется большой сухостью воздуха и значительной высотой уровня конденсации. Сухой воздух, поднимаясь, остывает на 1° на 100 м, его температура становится равной температуре окружающей среды. Возникает устойчивая стратификация воздуха, препятствующая достижению уровня конденсации и образованию облаков и осадков. Зимой в тропических широтах образуется сплошной пояс высокого давления, что также препятствует образованию облаков и осадков. Увлажнение территории ничтожное (К = 0,12), формируются пустыни. Стока практически нет, в рельефе сохраняются сухие русла временных водотоков – *крики.* Крупные реки протекают транзитом, теряя воду на испарение и фильтрацию.

***Климат западных побережий***(называется «гаруа» – моросящий туман) развит на западных берегах Северной и Южной Америки, Африки, в Австралии выражен слабо. Температура по сравнению с материковым климатом относительно понижена: среднемесячная температура летом (июль в Северном полушарии, январь – в Южном) составляет 22 – 24 °С, зимой среднемесячная температура опускается до 15–16 °С, годовая амплитуда температур составляет 10°.

Особенность климата состоит в том, что при отсутствии осадков (в Атакаме 0 мм в год) относительная влажность воздуха составляет 85 – 90%. Благодаря высокой относительной влажности воздуха часто образуются туманы, ночью в углублениях на скалах накапливается роса. На формирование климата западных побережий оказывает влияние постоянный барический максимум на океане и холодные течения у берегов материков. Воздух из барического максимума проходит над холодным течением и приобретает устойчивую стратификацию. Подъему воздуха препятствует мощный инверсионный слой и эффект широты (воздух идет из умеренных широт в тропические на большую площадь и растекается). Увлажнение территории ничтожное (К = 0,12), формируются прибрежные пустыни.

*Климат восточных побережий* отличается более высокими температурами и большим количеством осадков. Среднемесячная температура летом (июль в Северном полушарии, январь – в Южном) равна 25 – 26 °С, зимой 20 – 22 °С, годовая амплитуда температур 5°. Абсолютная влажность достигает 25 г/м3, относительная влажность 70–80 %. Среднегодовое количество осадков равно 1500 мм, в режиме осадков характерен летний максимум, количество зимних осадков незначительно. Особенности климата объясняются влиянием теплых течений, подходящих к восточным берегам материков. Воздух идет по западной периферии постоянных барических максимумов над теплыми течениями. Он нагревается и приобретает неустойчивую стратификацию. Инверсия ослаблена и не препятствует конвекции. Кроме того, воздух приходит из экваториальных широт на меньшую площадь, мощность его по вертикали увеличивается. Совместное действие всех факторов усиливает конвекцию, обеспечивая образование облаков и осадков. Летом усиливается приток солнечной радиации, барический максимум выражен ярче, что обусловливает увеличение летних осадков. Увлажнение территории избыточное (К> 1), произрастают влажные тропические леса.

***Климат океанический*** формируется в постоянных барических максимумах на океанах. Весь год господствует морская тропическая воздушная масса. Среднемесячная температура летом 25 °С, зимой 20 °С. В областях высокого давления осадков мало – 200 мм в год. Климат характеризуется устойчивыми ветрами – пассатами.

**Типы климатов субтропических климатических поясов.** Субтропический климатический пояс развит сплошной полосой в Северном и Южном полушариях, причем в Южном полушарии климат в основном океанический. Границами пояса являются летнее и зимнее положения полярного фронта.

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. Граница климатического пояса со стороны полюсов проходит по нулевому значению радиационнсхго баланса зимой.

В климатическом поясе наблюдается смена воздушных масс по сезонам: летом в барических максимумах на океанах и в термических депрессиях на суше формируется тропическая воздушная масса; зимой господствует полярная воздушная масса. Зимой в субтропическом поясе преобладает циклоническая активность благодаря активизации полярного фронта.

В субтропическом климатическом поясе развиты материковый климат, океанический, западных побережий и восточных побережий.

***Материковый климат (аридный*)** развит в Северной и Южной Америке, в Центральной Азии. В термическом режиме наблюдается один максимум после дня летнего солнцестояния и один минимум после дня зимнего солнцестояния (в Северном полушарии). Среднемесячная температура летом (июль в Северном полушарии, январь – в Южном) около 30 °С, максимальная температура больше 50 °С. Среднемесячная температура зимой (январь в Северном полушарии, июль – в Южном) составляет 6 –8°С, минимальная температура опускается ниже нуля. Годовая амплитуда температур равна 25°.

Показатели влажности резко меняются по сезонам. Летом абсолютная влажность составляет 20 г/м3, относительная влажность – 30 – 40 %. Зимой относительная влажность увеличивается до 70 %, абсолютная влажность резко уменьшается в связи с падением температуры. Наблюдается средиземноморский тип годового хода осадков с зимним максимумом, летом осадков практически нет. Общее количество осадков равно 300 мм. Зимой может выпадать снег, но устойчивого снежного покрова не образуется. Коэффициент увлажнения около 0,3, господствуют ландшафты сухих степей и полупустынь.

***Климат западных побережий***называется средиземноморским, он считается самым благоприятным для жизни людей. Распространен климат на побережье Средиземного моря, на западных берегах Северной и Южной Америки, в юго-западной Африке, в Австралии. Температура летом 20 – 22 °С, на побережье Средиземного моря до 24 °С. Зима теплая, с температурой 8–10 °С, годовая амплитуда температур равна 10°.

Благодаря активизации полярного фронта основное количество осадков выпадает зимой, летом их количество резко сокращается. Общее количество осадков равно 700 – 800 мм, на наветренных западных склонах гор до 1000 мм. Наблюдается уменьшение количества осадков с запада на восток: в Испании 700–1000 мм, в Италии 600 – 700 мм, в Греции – до 500 мм. Увлажнение нормальное (Кнемного меньше 1), в горах произрастают жестколистные леса и кустарники. На равнинах естественные леса сведены. Основные культурные растения – цитрусовые, виноградники, огородные культуры.

***Климат восточных побережий***имеет муссонный характер и особенно хорошо выражен на восточном побережье Азии. Лето влажное и жаркое, среднемесячная температура июля составляет 25 °С. Зимой из зимнего Азиатского максимума на побережье приходит холодная полярная воздушная масса, среднемесячная температура января 0 –8°С. Годовая амплитуда температур увеличивается до 30°. Наблюдается муссонный тип годового хода осадков с хорошо выраженным летним максимумом. Зимой также происходит небольшое увеличение осадков из-за активизации полярного фронта, зимой возможно выпадение снега. Общее количество осадков около 1000 мм. Увлажнение территории избыточное (К>1). Произрастают переменно-влажные муссонные леса. Основные культурные растения – плантации чая, риса, хлопчатника.

***Океанический климат***отличается от материкового более равномерным ходом температур. Летняя температура составляет 20 °С, зимняя 10–12 °С, годовая амплитуда температур равна 10°. Общее количество осадков 800–1000 мм, наблюдается зимний максимум. Благодаря циклонической активности в зимнее время на океане преобладают сильные ветры и штормовые погоды.

**Типы климатов умеренных климатических поясов.** Умеренный климатический пояс развит в обоих полушариях: в Южном полушарии климат в основном океанический, в Северном полушарии наблюдаются все четыре типа климата. Границами пояса являются летнее положение полярного фронта и зимнее положение арктического фронта.

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 господствует полярная воздушная масса в течение всего года. Но господство ее 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. Летом наблюдается активизация арктического фронта, так как разница в температурах и давлении наиболее существенна между арктической и полярной воздушными массами. Следовательно, летом циклоны наиболее часто перемещаются по арктическому фронту. Зимой разница в свойствах наиболее существенна между полярной и тропической воздушными массами, и циклоническая активность перемещается на полярный фронт. В умеренном климатическом поясе хорошо выражены четыре сезона года и характерна изменчивость погода. В умеренном климатическом поясе выделяются климаты материковый, океанический, западных побережий и восточных побережий.

***Материковый климат***распространен в Евразии и Северной Америке. Из-за большой протяженности Евразии по широте здесь климат подразделяется на умеренно-континентальный, континентальный и резко континентальный, степень континентальности возрастает к центру материка: возрастает годовая амплитуда температур, уменьшается облачность и количество осадков.

В термическом режиме наблюдается умеренный тип годового хода температуры. Максимум температуры наблюдается после дня летнего солнцестояния (в Северном полушарии), среднемесячная температура июля увеличивается от 10 °С на границе с субарктическим поясом до 24 °С у границы с субтропическим. Июльские изотермы располагаются субширотно, на материках отклоняясь к полюсу из-за более сильного прогрева. Максимальная летняя температура достигает 46 °С на границе с субтропическим поясом. После дня зимнего солнцестояния (в Северном полушарии) наблюдается минимум температуры, среднемесячная температура января уменьшается от - 5...- 10 °С в умеренно-континентальном климате до -35...-40°С в резко континентальном климате. Годовая амплитуда температуры возрастает до 60°.

Материковый климат характеризуется умеренным континентальным типом годового хода осадков с летним максимумом. Летом над материками возникают пояса пониженного давления и происходит интенсивная трансформация воздушных масс, приходящих с океанов, из тропических и арктических широт. Воздух нагревается, увлажняется благодаря испарению влаги с поверхности материков. Относительная влажность воздуха летом равна 60 %, абсолютная влажность достигает 20 г/м3. Легкий влажный воздух поднимается вверх, достигает уровня конденсации, обеспечивая образование облаков и осадков. Следовательно, в летнее время осадки на территории местные, выпадают из местной континентальной полярной воздушной массы. Их величина возрастает благодаря большой абсолютной влажности воздуха и формированию конвективных осадков. Зимой над материками формируются сезонные барические максимумы. Количество осадков уменьшается, так как абсолютная влажность при низких температурах небольшая (около 1 г/м3). Зимние фронтальные осадки выпадают из морской полярной воздушной массы, так как по сравнению с континентальной она более теплая. 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. Его продолжительность увеличивается от 4 месяцев в умеренно континентальном климате до 9 месяцев в резко континентальном. Увлажнение территории сильно изменяется от высоких широт к низким (К уменьшается от 1,5 на границе с субарктическим поясом до 0,1 на границе с субтропическим). Развит широкий спектр природных зон от таежных лесов до пустынь. Территория сильно преобразована человеком, здесь расположено большинство городов, сельскохозяйственных угодий.

***Климат западных побережий (морской)***формируется под воздействием западных ветров, идущих с океана. В течение всего года господствует морская полярная воздушная масса. Среднемесячная температура июля 12–15 °С, среднемесячная температура января 5 °С, 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 *(*К> 1), здесь произрастают широколиственные дубовые и грабово-дубовые леса. В настоящее время естественные леса вырублены, территории превратились в сельскохозяйственные угодья.

***Климат восточных побережий***наиболее широко распространен на восточном побережье Азии. 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 полярную воздушную массу.

Среднемесячная температура июля равна 18 – 20 °С. Зимой из сезонных барических максимумов на материках к побережью подходит холодная полярная воздушная масса. Температура зимой составляет - 25 °С, годовая амплитуда температур 45°. Наблюдается муссонный тип годового хода осадков с большим летним максимумом, общее количество равно 600 – 700 мм. Увлажнение избыточное (К > 1), 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 Тихого и Атлантического океанов. На океанах в течение года сохраняются постоянные барический минимумы, в Южном полушарии – Приантарктический пояс пониженного давления. Летняя температура составляет 15 °С, зимняя – положительная, около 5 °С, 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.

**Типы климатов субарктического и субантарктического климатических поясов.** Субарктический климатический пояс распространен в Северном полушарии, он в основном материковый. Субантарктический климатический пояс развит в Южном полушарии над сплошным кольцом воды. Климатический пояс располагается между летним и зимним положениями арктического (антарктического) фронта. Величина суммарной радиации равна 330 кДж/см2 в год, радиационный баланс около 40 кДж/см2 в год. Большую часть года радиационный баланс отрицательный. В поясе наблюдается явление полярной ночи и полярного дня. Характерна смена воздушных масс по сезонам: летом – полярная, зимой – арктическая воздушные массы. В климатическом поясе выделяются материковый и океанический климаты.

***Материковый субарктический климат***развит в Северном полушарии в Северной Америке и Евразии. Своеобразие климата заключается в развитии по северному побережью муссонной циркуляции. Летом на прогретый материк перемещается арктическая воздушная масса. В условиях полярного дня она быстро прогревается, превращаясь в полярную воздушную массу. Зимой из сезонных барических максимумов на побережье перемещается полярная воздушная масса, в условиях полярной ночи она быстро охлаждается, приобретая свойства арктической воздушной массы.

Среднемесячная температура июля равна 5–10 °С, среднемесячная температура января уменьшается от - 1 0 °С на западных берегах (влияние теплых течений и западных ветров) до - 55 °С внутри континента. На полюсах холода в Оймяконе и Верхоянске отмечен минимум температуры - 71 °С. 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. Увлажнение территории избыточное (К > 1), распространена многолетняя мерзлота. Господствуют ландшафты тундр.

***Океанический климат****.* В Северном полушарии климат формируется в Гренландском и Норвежском морях, в Южном полушарии – вокруг Антарктиды. Среднемесячная температура летом (июль в Северном полушарии, январь – в Южном) равна 3 – 5 °С. Среднемесячная температура зимой от - 25 до - 30 °С. Годовая амплитуда температуры 30 °С. Весь год развита циклоническая деятельность по арктическому (антарктическому) фронту, усиливающаяся летом. Количество осадков по сравнению с материковым климатом больше, величина осадков составляет 400 мм. Характерны туманы из-за большой относительной влажности воздуха (около 80 – 90 %).

**Типы климатов арктического и антарктического климатических поясов.** Климатические пояса развиты вокруг полюсов. Границей климатического пояса является летнее положение арктического (антарктического) фронта.

Величина суммарной радиации составляет 250 кДж/см2 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 господствует арктическая воздушная масса, в Южном полушарии над Антарктидой – антарктическая воздушная масса. В климатическом поясе развиты материковый и океанический климаты.

***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 °С, в Южном полушарии в январе температура составляет - 30 °С. Зимой температуры понижаются до - 50...- 55 °С. В Антарктиде зафиксирован абсолютный минимум температур -89,2 °С.

Годовая амплитуда температуры 30 °. 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 км. По периферии ледяного щита на побережье существуют территории, лишенные льда – оазисы.

***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 °С. Относительная влажность велика – 80 %, для климата характерны частые туманы. Годовое количество осадков равно 200 мм.

## Лекция 6. Гидросфера Земли

1. Понятие о гидросфере, происхождение и состав
2. Воды суши: реки, озера, болота, подземные воды
3. Мировой океан и его части
4. Хионосфера

### 6.1 Понятие о гидросфере, происхождение и состав

*Гидросфера –* водная оболочка Земли, включающая всю химически несвязанную 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). Иерархическая классификация гидросферы приведена на рисунке 11.

Мировой океан делится на Атлантический (АО), Индийский (ИО), Тихий (ТО) и Северный Ледовитый (СЛО). В свою очередь каждый из них разделяется на океанские бассейны (ОБ), моря (М), заливы (З) и проливы (Пр.). Криосфера состоит из покровных ледников (ПЛ), горных ледников (ГЛ), морских льдов (МЛ), сезонного снежного покрова (ССП) и льдов многолетнемерзлых пород (МП). Воды литосферы делятся на поверхностные (Пов.) и подземные (Под.), при этом поверхностные воды разделяются на озера и водохранилища (ОВ), болота (Б) и реки (речной сток, РС). Наконец атмосфера состоит из водяного пара (ВП) и облачности (Об.)

**Гидросфера**

Мировой океан

Криосфера

Литосфера

Атмосфера

**АО**

**Пов.**

**Под.**

**ВП**

**Об.**

**ОВ**

**Б**

**РС**

**ТО**

**ИО**

**СЛО**

**ПЛ**

**ОБ**

**М**

**З**

**Пр.**

**СС**П

**МП**

**МЛ**

**ГЛ**

**Рисунок 11 – Иерархическая классификация вод гидросферы**

Верхняя граница гидросферы проводится по поверхности океана, так как пары воды в атмосфере составляют очень небольшую часть гидросферы. Нижняя граница гидросферы 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.

Некоторые ученые придерживаются другой точки зрения. С.В.Калесник (1955) к гидросфере относил только воды Мирового океана. По мнению Ф. Н. Милькова (1990), собственно сферой являются лишь воды Мирового океана и внутриматериковые водоемы. Пары воды в атмосфере следует называть рассеянной гидросферой, а подземные воды – погребенной гидросферой. По мнению автора, все воды суши, составляющие около 6 % (по другим данным 4 %) воды гидросферы, являются сферой рассеяния и связаны с океаном только влагооборотом. В.Н.Михайлов и А.Д.Добровольский границы гидросферы проводят иначе. По их мнению, границы гидросферы совпадают с границами географической оболочки, так как гидросфера – это не прерывистая оболочка, а геосфера, образованная при взаимодействии всех геосфер географической оболочки. Гидросфера занимает 361 млн км2 и содержит 1 458 373 тыс. км3 воды (таблица 3).

**Таблица 3 – Структура гидросферы и активность водообмена (по М.И. Львовичу 1986 г.)**



Главная масса воды сосредоточена в океанах – 1370,0 млн км3, или 94,2 % (97,2 %, по другим данным) всей воды гидросферы. Из них около 35 тыс. км3 приходится на айсберги – большой резерв чистой воды. Второе место занимают подземные воды – 60 млн км3 (4,12 %). В зоне активного водообмена циркулирует около 4 млн км3. По мнению ученых, в 10–15-километровой толще литосферы находится около 150 млн км3 воды, не участвующей во влагообороте, но представляющей собой резерв жидкой воды.

Третье место по объему воды занимают полярные ледники, в них сосредоточено 24 млн км3 воды. Эти воды также представляют собой резерв пресной воды, который в ряде стран уже используют. В полярных ледниках заключено около 90 % запасов пресной воды на Земле.

Поверхностные воды суши сосредоточивают небольшую долю воды планеты. Объем озерной воды оценивается в 278 тыс. км3, рек всего в 1,2 тыс. км3. Единовременный запас пресной воды на Земле составляет около 32 млн км3 – ледники, пресные озера, реки и пресные подземные воды (Л.П. Шубаев, 1977).

**Мировой водный баланс.** Количественное выражение глобальный круговорот воды находит в водном балансе Земли - соотношении между количеством воды, поступающей на земную поверхность в виде осадков, и уходящей с нее за счет испарения в определенный интервал времени. Среднегодовые количество осадков и испарение взаимно уравновешивают друг друга и составляют 1030 мм, или 525·1012 м3.

На поверхность Мирового океана выпадает 458·1012 м3 воды, что на 47·1012 м3 меньше испарившейся с него влаги. Эта разность переносится на континенты и вместе с водой, испарившейся на суше, формирует атмосферные осадки (119·1012 м3). Часть выпавшей на суше влаги снова вовлекается в испарение (72·1012м3), другая часть формирует сток (реки, ледники, подземные воды и др.), который направляется в океан, компенсируя превышение атмосферных осадков над испарением. Однако не всюду на поверхности океанов испарение превышает осадки. В умеренных и полярных областях, а также в приэкваториальной зоне осадков выпадает больше, чем испаряется.

Общую схему круговорота воды на поверхности Земли можно описать уравнениями водного баланса:

– для поверхности Мирового океана: ***E0 = X0+f****;*

– для поверхности суши: ***Ec = Xc-f****,*

где *Е0* – испарение с поверхности океанов; *Ес* – испарение с поверхности суши; *Х0* – атмосферные осадки над океаном; *Хс* – атмосферные осадки над сушей; *f* – сток с континентов.

Водный баланс связан с тепловым через испарение, так как на него затрачивается тепло, которое освобождается при конденсации водяного пара. Влагооборот сопровождается перераспределением тепла между геосферами и отдельными районами Земли, что важно для функционирования географической оболочки. Помимо этого, в процессе влагооборота происходит обмен веществом (солями, газами).

Состав самых древних пород свидетельствует о существовании гидросферы в самом начале геологической истории Земли. Воды гидросферы образовались одновременно с газами атмосферы вследствие дегазации мантии, объем гидросферы с течением времени нарастал. Возможно, на ранних этапах формирования гидросферы большую роль в ее становлении играла ударная дегазация, связанная с падением крупных метеоритов (М.В. Герасимов, Л.М. Мухин, 1986). Часть воды гидросферы расходовалась на гидратацию минерального вещества, на образование химически связанных вод в процессе породообразования. Свободная гидросфера стала интенсивно расти только после того, как темп связывания воды в минералах замедлился. Примерно 4,5 млрд лет назад (катархейский этап) первичная гидросфера тонким слоем покрывала всю Землю и воды ее были минерализованы. В протерозое сформировался огромный единый массив суши и впадина древнего Тихого океана. В мезокайнозое в связи с образованием материков и крупных океанических впадин гидросфера приобрела близкие к современным очертания. Объем гидросферы продолжает нарастать и сейчас со скоростью около 1 км3 в год. В связи с этим предполагают увеличение объема водной массы океана на 6 –7 % в течение ближайшего миллиарда лет (Р.К. Клиге, 1982).

Выделение воды из мантии происходит и сейчас (около 1 км3 в год) – эта вода называется ювенильной. Поступает вода и из межпланетного пространства.

Гидросфера теряет воду вследствие улетучивания водорода в космос, изъятия воды организмами в реакции фотосинтеза.

### 6.2 Воды суши: подземные воды, реки, озера, болота, водохранилища

Атмосферные осадки, выпадающие на поверхность литосферы, стекают, образуя водные потоки, просачиваются, тогда появляются подземные воды или застаиваются на поверхности, формируя болота, озера, ледники. Все эти водные объекты образуют воды суши и являются звеньями влагооборота литосферы.

**Подземные воды**– воды верхней части литосферы, включающие всю химически несвязанную воду в трех агрегатных состояниях. Общие запасы подземных вод составляют 60 млн км3. По мнению В.Н. Михайлова и А.Д. Добровольского (1991), физически связанная вода тоже не должна включаться в состав подземных вод, так как она не принимает участия во влагообороте.

К основным физическим свойствам грунта относятся его плотность, гранулометрический состав и пористость. *Плотность грунта* – это отношение массы однородного грунта к его объему. Плотность грунта отличается от плотности его «скелета», которая зависит от характера минерала, слагающего грунт. Например, плотность частиц кварцевого песка равна 2650 кг/м3, а плотность песка как грунта – 1500 кг/м3. Многие рыхлые грунты представляют собой смесь частиц различной крупности. Процентное содержание (по массе) групп частиц различного диаметра называют *гранулометрическим составом.* Для его характеристики используют такое понятие, как средний диаметр частиц. Грунт обладает пористостью, обусловленной порами, т.е. промежутками между отдельными частицами. Большая пористость характерна для мелкозернистых пород.

Наименьшая пористость наблюдается у разнозернистых пород, так как в них крупные поры заполняются более мелкими зернами. У глин пористость равна 40 – 50 %, у песков 30 – 40 %, у песчаников 4–25 %, у торфа 80 %.

К основным водным свойствам грунтов относятся влажность, влагоемкость, водоотдача, водонепроницаемость, капиллярность.

*Влажность* – фактическое количество воды в грунтах. Она определяется отношением массы воды к массе сухого грунта. Способность горных пород удерживать воду называется *влагоемкостью,* она зависит от пористости породы и выражается в процентах. Полная влагоемкость – это максимально возможная влажность для данного грунта.

*Водоотдачей* называется способность водонасыщенных фунтов отдавать воду путем свободного стекания. Наибольшей водоотдачей обладают крупнообломочные породы, водоотдача глин ничтожна.

*Водопроницаемостью* называют способность грунта пропускать воду. По водопроницаемости породы делятся на *водопроницаемые* и *водонепроницаемые (водоупорные).* Хорошо пропускают воду пески, галечники; глины, кристаллические породы являются водоупором.

***Образование подземных вод*.** Подземные воды образуются благодаря совместному действию процессов инфильтрации, инфлюации и конденсации. Основной процесс образования подземных вод – ***инфильтрация*** – медленное просачивание атмосферных осадков по порам в почвогрунт под действием фавитационных и капиллярных сил. Достигнув водоупорных слоев, вода скапливается на них, формируя водоносные горизонты. Некоторое количество подземных вод образуется благодаря ***инфлюации*** – втеканию по трещинам из русел рек и дна озер. Подземные воды могут образовываться за счет ***конденсации*** водяных паров. Считают, что вклад этого вида питания подземных вод невелик, однако в некоторых физико-географических условиях он может иметь существенное значение.

*Седиментационные* подземные воды образуются из вод того водного объекта, где происходил процесс седиментации, т.е. отложения наносов.

Эндогенные подземные воды поступают из магматических очагов, такая вода называется *ювенильной.*

***Классификации подземных вод*.** Подземные воды классифицируют по происхождению, гидравлическим условиям, физическому состоянию, температуре, минерализации, характеру залегания.

По *характеру вмещающих грунтов* подземные воды делятся на поровые, залегающие в рыхлых пористых грунтах; пластовые, находящиеся в пластах осадочных пород; трещинные, залегающие в плотных, но трещиноватых породах; трещинно-жильные, располагающиеся в тектонических трещинах.

По *гидравлическим условиям* подземные воды подразделяют на напорные (артезианские) и безнапорные.

По *температуре* подземные воды делятся на

* исключительно холодные (ниже 0°С),
* весьма холодные (4 – 20 °С),
* теплые (20 –
* 37 °С), горячие (37–42 °С),
* весьма горячие (42–100 °С),
* исключительно горячие (более 100 °С).

К термальным водам относят подземные воды с температурой более 20 °С.

По *минерализации* подземные воды делятся так же, как все природные воды делят на:

* пресные (до 1 ‰);
* солоноватые (1–25 ‰);
* соленые (25–50 ‰)
* рассолы (более 50 ‰).

Состав вод может быть самым разнообразным. Подземные воды, оказывающие лечебное воздействие на человека, называют *минеральными.* Минеральные воды – это воды, содержащие соли и газы. По составу они бывают углекислыми (Боржоми), сероводородными (Мацеста), железистыми (Кавказ) и т.д.

По *условиям залегания* подземные воды делятся на две большие группы: воды зоны аэрации и воды зоны насыщения. Зона аэрации – слой почвогрунта от поверхности до первого водоносного горизонта. К ним относятся почвенные воды и верховодка. Зона насыщения – слой почвогрунта, включающий постоянные водоносные горизонты, – грунтовые и межпластовые воды. Воды зоны аэрации и грунтовые воды имеют свободную связь с атмосферой и формируются под непосредственным воздействием физико-географических условий. Межпластовые воды имеют взаимосвязь с атмосферой только в областях питания.

Попадая после дождей или таяния снега в грунт, вода расходуется прежде всего на смачивание почвенного слоя и формирование почвенных вод.

***Почвенными водами*** называют временные скопления гравитационной и капиллярной воды в почвенной толще. Почвенные воды обычно просачиваются в более глубокие горизонты. Мощность слоя с почвенной водой равна 1 –1,5 м.

***Верховодка*** – временное скопление подземной воды над линзами водоупорных горных пород. Они имеют ограниченное распространение и неглубокое залегание. Уровень верховодки сильно колеблется в течение года, так как зависит от атмосферных осад ков, в засушливое лето эти воды обычно исчезают. Верховодка, как правило, достаточно грязные воды и, если берется вода из верховодки, вокруг колодцев должна быть санитарная зона.

***Грунтовые воды*** – первый от поверхности постоянный водоносный горизонт. Он имеет водоупорное ложе, но сверху не прикрыт водоупорной кровлей, т.е. область питания грунтовых вод совпадает с областью распространения. Эти безнапорные гравитационные воды имеют свободную поверхность, которая называется ***зеркалом грунтовых вод.*** Грунтовые воды распространены повсеместно. Они тесно связаны с режимом выпадения осадков, их уровень испытывает сезонные колебания. В умеренных широтах в конце весны уровень грунтовых вод лежит близко к поверхности, летом и зимой глубина залегания увеличивается. Зимой увеличение глубины объясняется выпадением осадков в твердом виде, летом значительное количество осадков испаряется.

Основное свойство грунтовых вод – зональность, она проявляется в глубине залегания, составе солей и общей минерализации.

*Тундровая зона ультрапресных вод.* В тундрах грунтовые воды лежат близко от поверхности. Просачиваться им не позволяют водоупорные грунты и многолетняя мерзлота. Испарение небольшое из-за низких температур. Воды пресные (минерализация меньше 1‰), гидрокарбонатно-кальциевые.

*Лесная зона пресных высокостоящих вод*. В подзоне хвойных лесов грунтовые воды залегают близко к поверхности: на водоразделах глубина залегания составляет 1,5 –2 м, в понижениях она нередко подходит к поверхности. В подзоне широколиственных и смешанных лесов глубина залегания увеличивается до 5–7 м. Грунтовые воды остаются пресными, гидрокарбонатно-кальциевыми.

*Степная зона слабоминерализованных* и *глубокозалегающих вод.* В степях умеренного и субтропического поясов глубина залегания грунтовых вод увеличивается до 20 – 30 м. Воды становятся солоноватыми (1 –10 %о), состав солей изменяется: увеличивается доля сульфатов и магния.

*Зона соленых глубокозалегающих вод полупустынной* и *пустынной зон.* В тропических пустынях грунтовые воды залегают на глубине 50 м, они могут быть солеными (больше 24,7 *%о)* и иметь разнообразный состав солей (натрия, калия, хлориды).

*Зона высокостоящих* и *пресных вод экваториальных лесов.* В экваториальных широтах близко к поверхности залегают пресные гидрокарбонатно-кальциевые воды. Температура грунтовых вод в среднем равна среднегодовой температуре воздуха и, следовательно, увеличивается от полярных широт к экватору, в умеренных широтах средняя температура грунтовых вод равна 4–6 °С.

***Межпластовые воды*** – воды, залегающие между двумя водоупорными пластами, имеют водоупорное ложе и кровлю. Питание их происходит там, где водоносный горизонт выходит на поверхность, т. е. область питания межпластовых вод не совпадает с областью распространения. Они делятся на *ненапорные* и *напорные.*

*Ненапорные воды* полностью водоносного горизонта не заполняют и стекают по уклону пласта. *Напорные (артезианские) воды* заполняют весь водоносный пласт. Благоприятными условиями для их образования являются: наличие вогнутой тектонической складки (синеклизы, синклинали), чередование пластов разной степени проницаемости (водоносные и водоупорные), расположение напорного уровня выше земной поверхности. В этом случае вода будет доходить до напорного уровня и изливаться на поверхность.

Такие гидрогеологические структуры синклинального типа, которые содержат один или несколько водоносных горизонтов, называют ***артезианскими бассейнами.*** Самый крупный на Земле Западно-Сибирский артезианский бассейн имеет площадь 3 млн км2. Химический состав и минерализация межпластовых вод могут быть различны.

Выходы подземных вод на поверхность называются ***источниками***, количество воды в них определяется дебитом. ***Дебит*** – количество воды (в литрах), вытекающее из источника за единицу времени. Уникальным природным источником являются *гейзеры*, в них происходит периодическое излияние горячей воды и выбрасывание пара. ***Гейзер*** – собственное имя большого исландского гейзера (исланд. гейза – хлынуть). В канале гейзера встречаются поверхностные холодные воды и горячие глубинные. Их взаимодействие и определяет режим гейзера. Канал гейзера наверху заканчивается резервуаром, который называется грифоном.

Гейзеры приурочены к областям недавнего или современного вулканизма. Они встречаются на Камчатке, в Японии, США, Новой Зеландии, Исландии.

Значение подземных вод в географической оболочке велико. Они пополняют реки и озера, являясь самой устойчивой частью стока. При их движении происходит перемещение растворенных веществ. Подземные воды принимают участие в формировании карстового, оползневого рельефа, вызывают заболачивание территории. Чистые, пресные подземные воды используются во всем мире для промышленных и хозяйственно-бытовых нужд. Из термальных вод извлекают химическое сырье – глауберову соль, хлористый натрий, редкие металлы. Термальные воды в Исландии, Болгарии, Новой Зеландии, Японии используются для обогрева жилищ, теплиц, на них работают геотермальные электростанции.

**Реки** – 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. К рекам обычно относят водотоки с площадью бассейна не менее 50 км2. Водотоки меньшего размера называются *ручьями*.

По *площади бассейна* реки подразделяют на

– большие (площадь бассейна более 50 000 км2),

– средние (50 000 – 2 000 км2),

– малые (менее 2 000 км2).

Большая река обычно имеет бассейн, расположенный в нескольких географических зонах. Гидрологический режим ее имеет особенности, связанные с протеканием реки в разнообразных условиях. Средняя река имеет бассейн, расположенный в одной географической

зоне. Гидрологический режим ее зонален. Малая река также имеет бассейн, расположенный в одной географической зоне, но ее гидрологический режим сильно зависит от местных условий и может отличаться от зонального типа.

По *условиям протекания* реки разделяют на горные, полугорные и равнинные.

***Морфометрическая характеристика***. Река имеет исток и устье*. Исток реки* – место, где река приобретает определенные очертания и наблюдается течение. 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. Наиболее распространенными видами устьев рек являются *дельта, эстуарий* и *лиман*. *Дельта* – аккумулятивная аллювиальная форма в виде треугольника, прорезанная сетью проток, самостоятельно впадающих в приемный бассейн. Хорошо развитые дельты есть у Нила, Волги, Лены и др.

*Эстуарий* – расширенное и углубленное приливно-отливными силами устье реки. Эстуарий имеет река Темза. Лиман – озеровидное расширение устья, образующееся в местах тектонических опусканий суши и наступания моря. Лиманы есть у рек Днепр, Днестр.

Река, самостоятельно впадающая в приемный бассейн и характеризующаяся основным расходом воды, большей длиной, называется *главной.*

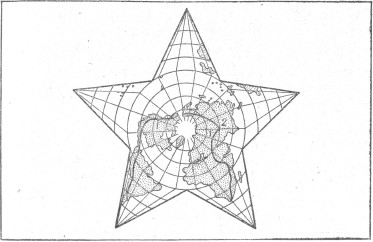
Иногда название главной реки складывается исторически. Например, Иртыш длиннее Оби, его положение более соответствует положению главной реки. Однако главной рекой является Обь, так как о ее существовании люди узнали раньше. Реки, впадающие в главную реку, называются *притоками первого порядка*, а их притоки – *притоками второго порядка* и т.д.

Порядковый номер притока указывает на удаленность притока от главной реки, но ничего не говорит о его водности. Поэтому была разработана другая система деления рек в зависимости от их размера. Небольшие реки, не имеющие притоков, являются притоками первого порядка, при их слиянии образуются притоки второго порядка и т.д. Если в приток второго порядка впадает приток первого порядка – номер притока не меняется.

Главная река с притоками образует ***речную систему.*** Все реки данной территории называются ***речной сетью***, а все водные объекты, включая реки, озера, болота, источники, – ***гидрографической сетью.***

Поверхность, с которой вода поступает в данную речную систему, называется ***водосборным бассейном.*** Поскольку питание рек может быть поверхностным и подземным, различают поверхностный и подземный водосборы, которые могут не совпадать. ***Речной бассейн –*** территория, ограниченная водоразделами и включающая данную речную систему. Обычно водосбор и бассейн реки совпадают. Однако нередки случаи и несовпадения. Например, если в пределах речного бассейна часть территории оказывается бессточной, то она, оставаясь частью бассейна, в состав водосбора не входит. Такие случаи характерны для аридных территорий.

***Водораздел*** – линия на карте или местности, отделяющая бассейны двух рек; в горных районах водоразделы проходят по хребтам, на равнине говорят о ***водораздельном пространстве.*** Водоразделы бывают разных порядков. *Главный водораздел* Земли (рисунок 12) 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 %).



1 – бассейны Атлантического и Северного Ледовитого океанов,

2 – Тихоокеанско-Индийский бассейн

**Рисунок 12 – Главный водораздел Земли**

Водоразделы океанов и морей разделяют реки, сток которых поступает в отдельные океаны или моря. Речные водоразделы ограничивают данную речную систему. Внутренние водоразделы отделяют области внутреннего стока от областей внешнего стока. *Области внутреннего стока*, не имеющие стока в океаны, и *бессточные* (области, вообще не имеющие стока) занимают площадь около 32 035 тыс. км2.

Реки характеризуются *длиной, извилистостью, падением* и *уклоном. Длина реки* – истинное расстояние от истока до устья. *Степень извилистости* определяется отношением истинной длины реки к длине прямой линии, соединяющей исток и устье. Разность абсолютных отметок истока и устья определяет *падение реки*, а отношение падения реки (в метрах) к ее длине (в километрах) – *уклон реки*; уклон выражается также в промилле (‰).

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 *плесами*, 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.

Реки, по определению А. И. Воейкова, – продукт климата, следовательно, все характеристики стока реки зональны.

***Питание и режим рек.*** Питание рек происходит за счет поверхностного и подземного стока. К поверхностным источникам питания относятся *снеговое, дождевое* и *ледниковое.* Реки с преимущественно снеговым питанием располагаются в субарктических и умеренных широтах, которые характеризуются устойчивым снежным покровом в течение зимы. Доля снегового питания у таких рек составляет 60 –70 % (р. Енисей, Обь, Волга), доля других источников питания (дождевого, подземного) значительно меньше.

Реки, протекающие в более низких широтах, имеют преимущественно дождевое питание. Сток таких крупнейших рек, как Амазонка, Ганг, формируется в основном за счет дождевых вод.

В полярных широтах и в горах, где реки начинаются у края ледника, основной источник питания – ледниковые воды. Практически все реки имеют *подземное* питание, в умеренных широтах доля подземного питания у рек составляет 15 –20 %. Например, у реки Москвы источники питания распределяются так: снеговое – 61 %, дождевое – 12%, подземное – 27%.

***Водный режим*** – изменение уровней и расходов воды в реке в течение года. Колебания уровней и расходов воды бывают периодические и непериодические. К *периодическим* относятся вековые, многолетние, внутригодовые колебания уровней и расходов воды. Вековые колебания водности реки отражают вековые изменения климатических условий и увлажнения материков. Палеогеографические данные свидетельствуют о том, что в истории Земли были периоды увлажнения и большей сухости. При этом водность рек существенно изменялась. Многолетние колебания также имеют в основном метеорологическую природу, например усиление циклонической активности. Внутригодовые колебания водности обусловлены сезонными изменениями стока, связаны с фазами водного режима. *Непериодические* (кратковременные) колебания зависят от штормовых нагонов или дождевых паводков, они могут быть связаны с различными экзогенными процессами: прорывом запруд в ледниковых озерах или образованием оползней.

Во внутригодовом (сезонном) режиме рек выделяют характерные периоды (фазы) в зависимости от изменений условий питания рек и особенностей водного режима. Большинство рек мира имеют следующие фазы водного режима: половодье, межень, паводки.

*Половодье*– фаза водного режима реки, ежегодно повторяющаяся в данных климатических условиях в один и тот же сезон и характеризующаяся наибольшей водностью, высоким и продолжительным подъемом уровня воды. Половодье часто сопровождается выходом воды на пойму, в этом случае начинается наводнение – затопление территории. Половодье формируется как талыми снеговыми, так и дождевыми водами. Таяние снега на равнине вызывает весеннее половодье, таяние высокогорных ледников и снегов, а также выпадение сильных продолжительных осадков (на полосе России таяние снега и половодье начинается в конце марта–начале апреля, в субарктических широтах оно перемещается на май–июнь.

*Паводок*– кратковременный непериодический подъем уровня воды в реке, связанный с ливневыми осадками. Различают однопиковые и многопиковые паводки, одиночные паводки и паводочные периоды. Иногда паводки накладываются на половодье.

Особенно сильные паводки бывают на реках муссонного климата, когда выпадает огромное количество осадков.

*Межень*– самое низкое положение уровня воды в реке. В межень реки питаются только за счет подземных вод. Выделяют два периода межени – летнюю и зимнюю. Летняя межень вызвана усилением испарения в связи с ростом температур, зимняя – отсутствием осадков в жидком виде.

***Классификации рек по условиям питания и водного режима***. Известный русский климатолог А.И. Воейков предложил первую классификацию рек по условиям питания. Реки подразделялись на три группы: *реки, получающие питание почти исключительно от таяния сезонного снега* и *ледников; реки, получающие питание за счет дождей; реки со смешанным питанием.* Первую группу образуют тундровые и высокогорные реки. Ко второй группе относятся муссонно-тропические, западно-европейские, средиземноморские и полупустынные реки. Третью группу составляют бореальные реки (реки Восточно-Европейской и Западно-Сибирской равнин).

В настоящее время наиболее распространена классификация рек М.И. Львовича. Он разработал классификацию рек по источникам питания и типам водного режима. В классификации все источники питания и типы водного режима имеют буквенный код и количественные показатели. Каждый из источников питания (дождевое, снеговое, подземное, ледниковое) может оказаться почти исключительным, составляя больше 80 % всего питания, иметь преимущественное значение (50 – 80%) или преобладать (от 40 до 50%). Сток может иметь почти исключительное значение в один из четырех сезонов года (больше 80 %), преимущественное значение (от 80 до 50 %) или преобладающее (от 40 до 50 %).

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

– реки *арктического* типа имеют исключительно ледниковое питание и сток исключительно летом;

– реки *субарктического* типа характеризуются преимущественно снеговым питанием и преобладающим летним стоком;

– реки *умеренного* типа делятся на три подтипа: с преимущественно дождевым питанием и преобладанием стока зимой; с преимущественно снеговым питанием и стоком преимущественно весной; с преимущественно дождевым питанием и стоком преимущественно летом*;*

– реки *субтропического* типа имеют преимущественно дождевое питание и сток преимущественно зимой*;*

– реки *субэкваториального* типа имеют преимущественно дождевое питание и сток преимущественно летом*;*

– реки *экваториального* типа обладают исключительно дождевым питанием и стоком, преобладающим осенью*.*

**Озеро**– внутренние водоемы суши со стоячей или мало проточной водой, не сообщающиеся с океаном, с особыми условиями жизни и специфическими организмами. Объем озерной воды составляет 278 тыс. км3, или 0,016 % всего объема воды. Озеро – природно-аквальный комплекс, в котором взаимодействуют природные воды, растительность и животные, рельеф и грунт – сапропель.

Озера распространены по поверхности суши повсеместно. Наибольшее количество озер характерно для увлажненных районов древнего оледенения (север Европы, Северной Америки), Много озер в районах многолетней мерзлоты, на поймах рек. Наибольшее число крупных озер с площадью более 100 км2 находится в Африке, Азии и Северной Америке. В 1945 самых крупных озерах Земли сосредоточено около 95 % объема всех озерных вод.

Самое большое соленое озеро по площади – Каспийское море, а самое большое пресное озеро – Верхнее. Наибольший объем воды сосредоточен в Каспийском море, а среди пресных озер – в Байкале. Байкал является самым глубоким озером на Земле

Озеро характеризуется *длиной, шириной, изрезанностъю береговой линии, объемом* и *глубиной:*

– длина – кратчайшее расстояние между двумя наиболее удаленными точками на берегах озера;

– площадь – площадь водного зеркала без островов;

– средняя ширина – отношение площади водного зеркала к длине;

– изрезанность береговой линии – отношение длины береговой линии к длине окружности круга, площадь которого равна площади озера;

– объем озерной котловины – сумма объемов усеченных конусов, заключенных между плоскостями, проведенными по изобатам;

– средняя глубина озера – отношение объема к площади, максимальная глубина определяется непосредственными измерениями.

***Классификация озер***. Озера подразделяются по площади, степени постоянства, происхождению котловин, характеру водообмена, термическому режиму, минерализации вод, условиям питания водных организмов и др.

По *площади* озера подразделяются на очень большие (с площадью свыше 1000 км2), большие (1000–100 км2), средние (100 –10 км2) и малые (с площадью менее 10 км2).

По *степени постоянства* озера делят на постоянные и временные. Постоянные озера имеют воду в течение длительного времени. Временные озера заполняются водой только во влажные периоды.

По ***происхождению озерных котловин***озера делятся на *эндогенные* и *экзогенные*. Эндогенные озера – это такие озера, котловины которых созданы внутренними процессами, котловины экзогенных озер созданы внешними процессами.

Эндогенные озера подразделяются на тектонические и вулканические. *Тектонические озера* возникают в крупных тектонических прогибах на равнинах (озера Ладожское, Верхнее), в тектонических предгорных впадинах (озеро Балхаш), в разломах грабенах (озеро Байкал, Танганьика). Большинство крупных озер Земли имеют котловины тектонического происхождения.

*Вулканические озера* расположены в кратерах потухших вулканов (кратерные озера на Яве, Новой Зеландии), в старых разрушенных кратерах – кальдерах (кальдерные озера – Курильское и Кроноцкое). Своеобразными вулканическими озерами являются озера-маары, образовавшиеся в трубках взрыва – маарах. Вулканические озера могут образоваться вследствие подпруживания рек продуктами вулканизма – лавой, пеплом (озеро Киву в Африке).

Среди *экзогенных озер* выделяются ледниковые, водно-эрозионные и водно-аккумулятивные, карстовые, суффозионные, эоловые, метеоритные, органогенные.

*Ледниковые озера* образуются в результате аккумулятивной и экзарационной (разрушительной) деятельности ледника на равнине и в горах. К горным экзарационным озерам относятся каровые озера Альп, Кавказа, троговые озера Скандинавии. Моренно-запрудные озера в горах образуются в результате запруживания моренными отложениями речных долин. В таких котловинах находятся крупные альпийские озера. На равнинах экзарационные озера образовались в котловинах, создавшихся при движении материковых льдов. Они распррстранены в пределах Балтийского и Канадского щитов. К аккумулятивным озерным котловинам относятся моренные озера на Восточно-Европейской равнине (озера Белое, Лача, Воже). Моренно-запрудные озера возникли при запруживании мореной долины стока (озеро Сайма).

К *водно-эрозионным* и *водно-аккумулятивным озерам* относятся старицы, дельтовые озера, плесы пересыхающих рек, запрудные озера. Озера-старицы возникают на меандрирующих реках в результате прорыва шейки меандры. Запрудные озера образуются в результате горных обвалов (завальные котловины озер Сарезского на р. Мургаб, Гекгель на р. Аксу) или в результате подпруживания рек конусами выноса боковых притоков.

*Карстовые озера* возникают в областях, сложенных растворимыми породами – известняками, гипсами, доломитами. Выщелачивание пород приводит к образованию глубоких, округлых котловин, таких озер много на Урале, Кавказе, в Крыму. Термокарстовые озера формируются в местах распространения многолетнемерзлых горных пород в результате их протаивания и просадки грунта.

*Суффозионные озера* появляются благодаря просадкам, вызванным вымыванием (суффозией) подземными водами мелких нерастворимых частиц (озера Казахстана и Центральной Азии).

*Эоловые озера* расположены в котловинах выдувания, созданных ветром. Заполняются водой они в результате затопления речными или морскими водами (озеро Теке в Казахстане).

*Органогенные озера* возникают на болотах тундры, лесотундры, тайги или среди коралловых построек. Котловины озер создаются в результате неравномерного нарастания мхов или полипов.

Котловины *метеоритных озер* возникают в результате падения метеоритов.

По происхождению водных масс выделяют озера с современной и реликтовой водой. Большинство озерных котловин заполнено водой атмосферного происхождения, но некоторые, возникшие на месте отступившего моря, имеют реликтовую морскую воду. К водоемам с реликтовой водой относятся Каспийское море (вода солоноватая), озера Ладожское, Онежское (вода пресная). Опреснение воды в Ладожском и Онежском озерах произошло благодаря притоку пресных речных вод и выпадению большого количества атмосферных осадков. Вода в Каспийском море остается солоноватой, так как количество атмосферных осадков на этой территории значительно меньше и велико испарение. Минерализация озер с современной водой зависит от климата. Вода в озерах, расположенных в умеренном и экваториальном поясах, как правило, пресная, в засушливых условиях тропиков – соленая.

**Географические типы и распространение озер (по Л.П. Шубаеву).**

Озера – один из компонентов целостной географической оболочки. Каждой природной зоне свойственна определенная озерность как в количественном отношении (число озер), так и в качественном (их характер или типы). Озеро, аналогично типу местности или ландшафту, представляет собой ярко выраженную геосистему, образованную озерной котловиной, водной массой, воздухом и живым веществом (растениями и животными).

Типы озер, естественно, образуют озерные области; классификация водоемов совпадает с описанием их распространения. Озерность территории аналогична густоте речной сети. Она характеризуется следующими показателями: 1) отношением суммарной площади зеркала водоемов региона к общей его площади, выраженном в процентах; 2) количеством озер всех размеров на 1000 км2 площади; 3) количеством озер размером в 1 км2 и более на 1000 км2 площади; 4) общим числом озер в районе.

**Тундровая зона.**

1. Озера ***тундрового типа***развиваются в условиях избыточного увлажнения, многочисленны, но небольших размеров. Котловины биогенные и термокарстовые, дно их плоское, глубина незначительная, берега низкие, часто заболоченные. Вода пресная и ультрапресная. Дистрофные. Озерность большая: в тундрах Кольского полуострова свыше 74 тыс. озер, между реками Мезенью и Кароа 125 тыс., в Сибирской тундре 319 тыс. озер. В целом озерность тундровой зоны от 5 до 10%, на 1000 км2 приходится 1000–1500 озер, преимущественно малых, площадью меньше 1 км2.

**Лесная** зона средних широт тоже избыточно увлажнена, что благоприятствует образованию озер. Регионы этой зоны различны по рельефу и его возрасту. Здесь отчетливо обрисовано несколько озерных областей со свойственными им типами озер.

2. ***Карельско-Канадский тип.***Озера этого типа распространены на Балтийском и Канадском щитах. Среди них можно выделить два подтипа озер: в трещинных котловинах, эродированных ледником, и в ледниково-аккумулятивных котловинах. Характерно своеобразное соотношение озер с реками: главным звеном гидрографической сети служат озера, а реки в виде коротких проток играют подчиненную роль.

Озера хорошо проточные, пресные, олиготрофные. Озерность территории наибольшая для всей суши – в Карелии 12,6%, на 1000 км2 насчитывается 208 озер, причем средних и больших от 5 до 9, что значительно больше, чем в других районах.

3. ***Ладожско-Лаврентьсвский тип***представлен очень большими озерами в котловинах- грабенах на периферии Балтийского и Канадского щитов *Онежское, Ладожское, Венерн, Веттерн, Великие Американские, Виннипег, Атабаска, Большое Невольничье, Большое Медвежье.* Каждое из этих озер представляет собой узел большой гидрографической сети – принимает много притоков, в томчисле многоводных рек, сток осуществляется полноводными протоками – вуоксами. Водосборная площадь Ладожского озера 276 тыс. км2, она уступает (не считая Каспийского моря) только Аралу (940 тыс. км2) и Байкалу (571 тыс. км2). К этому типу принадлежит и крупнейшее озеро- *-Верхнее.*

Все озера хорошо проточные, пресные, олиготрофные; благодаря большой площади обладают значительными запасами рыбы.

4. ***Селигеро-Ильменский тип****.* Озера этого типа расположены в краевой зоне бывших материковых ледников, где откладывалась морена. Выделяются озера двух подтипов: а) селигерского; приурочены к холмисто-моренному рельефу, лопастной формы, б) ильменского; характерны для моренно-равнинного рельфа, имеют овальную форму; к этому подтипу относятся *Ильмень, Белое, Воже, Лача, Кубенское, Псковское* озера.

Озера хорошо проточные, пресные, эвтрофные, интенсивно зарастают. У каждого значительная водосборная площадь: у Лача 12 600, Кубенского 14 700, Белого 14 000, Волго 3500, Ильменя 67 000 км2.

5. ***Восточносибирский тип****.* К нему относятся озера территорий с вечной мерзлотой – Северосибирской, Центральноякутской (Вилюйской), Яно-Индигирской, Колымской низменностей. Котловины термокарстовые, небольшие и неглубокие, водосборная площадь каждого невелика. Создают большую озерность – 8,4%. (вторая после Карелии и Финляндии), на 1000 км2 приходится 370–450 озер. Общее число озер очень велико, например, в Яно-Индигирской и Колымской низменностях 550 600. Озера пресные, в стадию юности олиготрофные, затем становятся эвтрофными. Тепловой режим зависит от близости мерзлоты.

6. ***Таежно-болотный тип***включает малые озера в биогенных, камовых и термокарстовых котловинах; глухие, пресные, дистрофные, нарастает моховая сплавина, часто безрыбные. Характерны для западносибирской тайги. В среднем и нижнем течении Оби их 184-4 000, на 1000 км2 приходится 375 озер, но озерность меньше тундровой – 3,8 %.

Озерность лесной зоны, как видно, весьма неравномерна: если в Карелии на 1000 км2 приходится 200 озер, то на геологически древней территории бассейна Камы только 14.

**В степной зоне** климатические факторы (недостаточное атмосферное увлажнение) не благоприятны для образования озер. На большей части зоны в степных блюдцах возникают лишь временные весенние водоемы. И только в азиатской степной провинции с ее малым речным стоком реки образуют устьевые озера. Сочетаются пресные и минерализованные озера

7. ***Азиатский степной тип***свойствен равнинным областям степной зоны Западной Сибири и Казахстана *(Чаны, Кулундинское, Убинское* и др.). Общее число озер здесь свыше 38 тыс., озерность 2,4%, на 1000 км2 приходится 27 озер. Самое большое из них Чаны, площадью около 2000 км2. Озера занимают суффозионные и межгривные понижения, котловины озер врезаны слабо, плоские, неглубокие, морфологически нечеткие. Большинство озер бессточны.

Чутко реагируют на климатические изменения колебаниями массы воды и площади зеркала. Пресные и солоноватые – эвтрофны.

8. ***Предгорный степной тип***включает несколько больших озер *(Балатон, Ханка, Нейзидлер-Зе)* и много мелких. Они занимают тектонические котловины в предгорьях. Малопроточные, пресные, эвтрофные.

**В пустынной зон** е также есть районы со значительной озерностью.

9. ***Казахстанский тип***представлен как большими (*Балхаш, Тенгиз, Лобнор*), так и малыми *(Эльтон, Баскунчак* и др.) озерами. К этому типу, вероятно, можно отнести и Аральское море.

Котловины большинства из них тектонические, некоторых суффозионные. Самая характерная черта этих озер – бессточность. Минерализация их весьма различная: Балхаш в восточной части пресный, Аральское море солоноватое, Эльтон – самосадочное озеро.

Еще одна характерная черта озер Казахстанского типа, связанная с особенностями водного режима,–частые изменения уровня, места положения (Лобнор) и даже проточности (Кургальджнн недавно стало проточным озером и начало опресняться). Солоноватые озера эвтрофны, горькосоленые безжизненны.

К числу районов со значительной озерностью относится Прибалхашье– до 5,7%; если из расчета исключить Балхаш, она сразу упадет до 0,5%!. Равнинные районы Средней Азии наименее обеспечены озерами: от 6 до 0,4 озера на 1000 км2.

**Субтропическая зона** северного полушария совпадает со средиземным поясом разлома земной коры. Особенности стока здесь определяются не столько климатом – недостаточным увлажнением, сколько макрорельефом – сочетанием горных хребтов и котловин.

10. ***Анатолийский тип.***Озера этого типа находятся в сбросовых, синклинальных и лавовозапрудных котловинах. Водосборные бассейны небольшие, замкнутые *(Мертвое, Ван, Севан, Дарьячейе-Иемек, Туз, Резайе, Большое Соленое).* Большинство озер бессточные с большими колебаниями уровней во времени. Благодаря отсутствию единого базиса эрозии высота зеркала даже соседних озер весьма различна. Большинство минерализовано, состав солей сильно варьирует. К числу пресных озер относится Севан.

**В тропической зоне** атмосферное увлажнение ничтожное, сток незначительный и резко колеблется по сезонам и годам. И это сказывается на характере озер.

11. ***Австралийский тип.***Озера бессточные, расположены обычно в обширных, по плоских и неглубоких котловинах, морфологически обрисованы слабо *(Эйр, Этоша, Зоа, Торренс, Чад* и др.).

Сезонные и многолетние колебания уровней и площадей значительные. В Австралии 39 водоемов во влажное время года каждый достигает, площади свыше 1000 км2. В сезон дождей появляются временные озера. В сухой сезон многие представлены только коркой соли. Жизненные условия лимитируются соленостью и сезонными изменениями водной массы.

**В экваториальной зоне** благодаря большому количеству осадков сток интенсивный, развиты мощные речные системы (Амазонка, Конго и др.), поэтому условия для образования озер не благоприятны.

12. ***Великоафриканский тип***; в рифтовой полосе Восточноафриканских разломов образовалась цепь Великих озер–*-Ньяса, Танганьика, Киву, Эдуард, Альберт, Виктория, Рудольф.* Они протягиваются от 15° ю. ш. до 5° с. ш. – на 225 км, захватывая южный субэкваториальный, экваториальный и северный субэкваториальный пояс. Вся Восточная Африка находится в зоне субэкваториальных муссонов и саванн. Режим озер различен: Ньяса, Виктория, Эдуард, Альберт проточные и пресные, Таньганьика и Киву мало проточные и со своеобразным газовым режимом, озеро Рудольфа бессточное и минерализованное.

На равнинах выделяются три типа **интразональных озер: долинно-речные, прибрежно-морские и карстовые.**

13. **К *долинно-речным***относятся староречья и дельтовые. Дельты – территории с наибольшей озерностью – от 9 до 12% Однако озера небольшие – от 0,05 до 0,5 км2. В дельте Лены 58 728 озер, Волги – 1680, Яны – 20 059.

14. ***Прибрежно-морские* озера** образуются благодаря отчленению небольших прибрежных акваторий морей –бухт и заливов песчаными стрелками, моренами, коралловыми рифами и др. Разновидностью таких озер являются лиманы.

15. ***Карстовые озера.*** В горных странах озера весьма разнообразны в зависимости от характера котловин и природы высотного пояса. Обобщая индивидуальные особенности озер, можно выделить два типа: среднегорные и высокогорные.

16. ***Среднегорные*** *(Зайсан, Телецкое, Женевское, Боденское и* другие) озера занимают котловины, образовавшиеся от подпруживания горных долин мореной, обвалом или вулканической лавой. Они проточные, их температурный режим, условия жизни и характер органического мира отражают закономерности вертикальной поясности.

17. ***Высокогорные озера***находятся в предледниковом поясе альпийских лугов и занимают каровые, троговые, кратерные или кальдерные котловины. Небольшие, с пресной очень чистой водой, олиготрофные.

Вне групп остаются **уникальные озера Каспийское и Байкал**. *Каспийское,* как уже указывалось, благодаря огромным размерам развивается как морской водоем.

*Байкал* индивидуален: благодаря глубине (1620 м), объему воды (23 000 км3), ее чистоте, а также возрасту (с миоцена) и обусловленной этим эндемичности 3Д фауны представляет собой исключительное явление природы. Иногда его сравнивают с Танганьикой. Однако их сходство ограничивается только морфологией котловин, состав же воды, а следовательно, и режим озер различны.

Общая озерность территории СССР составляет 2,2%. На 1000 км2 в среднем приходится 127 озер; 99% всего числа озер приходится на малые, площадью менее 1 км2. Средние и большие озера с площадью зеркала более 1 км2 распространены весьманеравномерно. Более всего их (13 на 1000 км2) в Яноиндигирской низменности, затем на Кольском полуострове, на севере Западной Сибири и на Северо-Западе европейской территории. Обобщенно для всей территории на 1000 км2 приходится два средних озера.

**Болото**– участки земной поверхности, избыточно увлажненные пресной или соленой водой, характеризующиеся затрудненным обменом газов, накоплением мертвого растительного вещества, переходящего в дальнейшем в торф. Это территория с избыточным увлажнением, с влаголюбивой растительностью и со слоем торфа более 30 см. В этом случае основная масса корней лишается минерального питания. При слое торфа менее 30 см или его отсутствии переувлажненные участки суши называют ***заболоченными землями****.* Болота занимают около 3,5 млн км2, или около 2 % площади суши.

Наиболее заболочены материки Евразия и Северная Америка, 70 % болот находится в России. Очень много болот в зонах тундры и тайги. Торф болота содержит до 90 % влаги и 3 –10 % сухого вещества, однако вода в нем находится в физически или химически связанном состоянии.

Болота образуются в результате заболачивания суходолов и зарастания озер. Образование болот на водораздельных пространствах происходит в условиях постоянного переувлажнения почвогрунтов, возникающего при выпадении большого количества осадков, малом испарении и отсутствии стока. Переувлажнение приводит к ухудшению кислородного и минерального питания растений и появлению влаголюбивой растительности. Неполное разложение растительных остатков обеспечивает образование торфа.

В процессе заболачивания лугов большую роль играет естественная растительность. Развитие пышной растительности приводит к возникновению плотной дернины, затрудняющей доступ кислорода. Постепенно луговая растительность уступает место осокам и мхам. Важное значение в образовании болот принадлежит грунтовым водам. Повышение уровня грунтовых вод создает избыточное увлажнение и заболачивание территории. Заболачиванию способствуют вырубка лесов или лесные пожары. В природе болота создаются в основном в результате заболачивания суходолов.

По условиям образования и местоположению выделяют *низинные, верховые* и *переходные болота.* Низинные болота образуются в понижениях рельефа, на днищах оврагов, балок, на поймах рек. Они имеют питание за счет атмосферных осадков и грунтовых вод, следовательно, богаты минеральными веществами и являются эвтрофными. Низинные болота имеют вогнутую или плоскую поверхность. На таких болотах растут ольха, береза, гипновые мхи, тростники, хвощи.

На плоских водоразделах формируются верховые болота, они питаются только атмосферными осадками и бедны питательными веществами. Такие болота называются олиготрофными, на них растут сосна, вереск, пушица, сфагнум, клюква. Верховые болота имеют мощный слой торфа. Большую роль в торфообразовании имеют сфагновые мхи: выделяемые ими органические кислоты замедляют разложение растительности и способствуют образованию торфа. Постепенно поверхность болота приобретает выпуклый профиль, так как в центре болота накопление торфа идет быстрее, чем на окраинах.

Переходные болота называются мезотрофными, они образуются на склонах и существуют как переходная стадия от низинных к верховым болотам. Переходные болота имеют плоскую поверхность. Наиболее типичные растения – береза, осоки, сфагнум.

**Водохранилище**– это искусственный водоем, созданный для накопления и последующего использования воды и регулирования стока. Одним из первых водохранилищ считают водохранилище с плотиной Садд эль-Кафара, созданное в Древнем Египте в 2950–2750 гг. до н.э. В XX в. водохранилища создавались повсеместно, сейчас их насчитывается более 30 тыс. Ежегодно строится более 300 новых водохранилищ. Многие реки земного шара превращены в каскады водохранилищ (Волга, Миссури, Колорадо и др.). К наиболее крупным водохранилищам относятся Виктория (Уганда, Танзания, Кения) с объемом 205 км3, Братское (Россия) – 169 км3, Кариба (Замбия, Зимбабве) – 160 км3, Насер (Египет, Судан) – 157 км3.

Водохранилища классифицируют по размерам, морфологии ложа, способу заполнения водой, географическому положению, месту в речном бассейне, характеру регулирования стока, происхождению.

По *размеру* (объему и площади водного зеркала) водохранилища делят на

* крупнейшие (объем более 50 км3, площадь более 5000 км2),
* очень крупные (объем 50–10 км3, площадь 5000–500 км2),
* крупные (объем 10–1 км3, площадь 500–100 км2),
* средние (объем 1–0,1 км3, площадь 100 – 20 км2),
* небольшие (объем 0,1 – 0,01 км3, площадь 20 – 2 км2) и
* малые (объем менее 0,01 км3, площадь менее 2 км2).

Небольшие водохранилища площадью менее 1 км2 называют прудами.

По *морфологии ложа* водохранилища делятся на долинные и котловинные. К долинным относятся водохранилища, образованные в долинах рек. Главное отличие долинных водохранилищ – увеличение глубин от верхней части к плотине и уклон. К таким водохранилищам относятся русловые, находящиеся в пределах русла, и пойменно-долинные, в которых затапливается пойма. К котловинным водохранилищам относятся подпруженные (зарегулированные) озера, расположенные в изолированных впадинах, в отгороженных от моря заливах, лиманах, лагунах, искусственных выемках.

По *способу заполнения* бывают запрудные и наливные водохранилища. Первые заполняются водой потоками, на которых они расположены, вторые – наполняются водой из соседнего водоема.

По *географическому положению* выделяют водохранилища горные, предгорные, равнинные и приморские. Горные сооружаются на горных реках, они, узкие и глубокие. Горные водохранилища имеют глубину сработки 50–100 м, иногда более 300 м. Равнинные водохранилища мелкие, широкие, глубина сработки в этих водохранилищах – не более 2–1 м.

По *месту в речном бассейне* водохранилища делятся на верховые и низинные. Верховые водохранилища создаются в верховьях рек, низинные – в нижнем течении реки. Система водохранилищ на реке называется каскадом.

По *степени регулирования речного стока* водохранилища бывают многолетнего, сезонного, недельного и суточного регулирования.

По *происхождению (способу образования)* водохранилища подразделяют на речные, на временных водотоках, на озерах и морские. Речные водохранилища располагаются в долинах рек, к ним относится наибольшее количество водохранилищ во всех странах. Водохранилища на временных водотоках чаще всего создаются в странах с засушливым климатом или на территориях с муссонным климатом. В котловине водохранилища скапливается вода от муссонных дождей или ливней. Такие водохранилища построены в предгорных пустынях и полупустынях Северной Африки и Аравии. Озера-водохранилища создаются путем подпора и искусственного регулирования водообмена естественных озер. В отдельных случаях в водохранилище объединяют несколько озер (водохранилище Смолвуд на полуострове Лабрадор). Морские водохранилища создаются в лиманах или лагунах на морских побережьях. Морские водохранилища созданы в Нидерландах, Великобритании.

В котловинах речных водохранилищ выделяют три части. *Нижняя (озерная)* – самая глубокая часть. Течение здесь слабое, глубина самая большая. Эта часть непосредственно примыкает к плотине. *Средняя часть (озерно-речная)* располагается выше по долине реки. Глубины здесь меньше, наблюдается течение. *Верхняя (речная)* часть имеет небольшие глубины, здесь отмечается сильное течение.

Водохранилища регулируют речной сток. Часть воды от таяния снегов или сильных ливней поступает в водохранилище, затем, летом, подается в реки. Запасенная в них вода используется для получения энергии, для орошения, обводнения и водоснабжения. Создаются удобные водные пути, доступные для судоходства в течение большей части года. Уменьшается возможность наводнений.

Водохранилища оказывают влияние на климат окружающей местности. Амплитуда температур над водной поверхностью уменьшается, относительная и абсолютная влажность увеличивается. Зимой над незамерзающей водной поверхностью возникают туманы. Выше плотины происходит повышение уровня грунтовых вод и подтопление окружающих территорий.

### 6.3 Мировой океан и его части

Океаносфера – это геосфера, представленная водами океанов и морей со сложными физико-химическими свойствами вод, своеобразным геолого-геоморфологическим строением, животным и растительным миром. Ввиду исключительной роли Мирового океана в природе нашей планеты надо считать справедливым выделение наряду с гидросферой понятия «океаносфера» (В.Н. Степанов, 1983).

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

***Океан*** – часть Мирового океана, расположенная между отдельными материками и отличающаяся своеобразной конфигурацией береговой линии и особенностями подводного рельефа, со специфической схемой течений, растительным и животным миром. В 1650 г. голландский 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 XX 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 (согласно решению Комиссии по географическим названиям).

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

*Окраинные моря* располагаются близ окраин материков, они отделяются от океана цепочками островов и свободно сообщаются с океанами (Баренцево море, Карское, Лаптевых). Их гидрологический режим имеет большое сходство с режимом смежных районов открытого океана.

*Внутренние моря* имеют затрудненную связь с океаном через сравнительно узкие проливы, поэтому их гидрологический режим существенно отличается от гидрологического режима прилегающих областей океана. Внутриматериковые моря находятся внутри какого-нибудь материка. К морям этого типа относятся моря Белое, Азовское, Балтийское. Для внутренних морей характерны максимальная обособленность, замкнутая циркуляция поверхностных вод, своеобразное распределение температур и солености. Межматериковые, или средиземные, моря окружены со всех сторон разными материками, и только узкие проливы соединяют их с океанами (Средиземное, Красное моря).

*Межостровные моря* – части океана, окруженные кольцом островов, водообмен с океаном затруднен из-за мелководных проливов (моря Сулу, Сулавеси).

Выделение морей, их границ, размеров и названий не совсем еще установилось; число морей, по данным разных авторов, варьирует от 17 до 84 (В.Н.Михайлов, А.Д.Добровольский). По подразделению, принятому

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 (распространенное название на севере России). Бухта – небольшой залив, сильно обособленный от моря мысами и островами. Как правило, бухты используют для строительства портов.

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

### 6.4 Хионосфера

Оболочка Земли, в которой возможно образование ледников, называется **хионосферой**(от греч. *chion – снег* и *сфера).* Впервые ее выделил М.В. Ломоносов, назвав морозной атмосферой. *Хионосфера – о*болочка Земли, в которой находятся многолетние, или «вечные», снега и льды (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.

В хионосфере баланс твердых атмосферных осадков положителен, т. е. выпадает осадков больше, чем успевает растаять или испариться, на ее границах баланс твердых атмосферных осадков равен нулю. Верхняя граница лежит вблизи тропопаузы, на этой высоте осадков так мало, что даже при низкой температуре они не сохраняются. Нижняя граница хионосферы называется ***климатической снеговой границей.***

Высота климатической снеговой границы и интенсивность оледенения зависят от температуры воздуха и количества осадков. Чем ниже температура воздуха и больше осадков, тем благоприятнее условия для накопления снега и льда и, следовательно, тем ниже располагается климатическая снеговая граница. В полярных широтах она лежит на уровне океана. От полярных широт к тропикам высота климатической снеговой границы увеличивается: на Земле Франца-Иосифа она равна 50–100 м, на Шпицбергене около 450 м, на Кавказе 2700 – 3800 м. Самое высокое ее положение (5800 – 6000 м) в тропиках из-за высоких температур и малого количества осадков. На экваторе климатическая снеговая граница опускается до высоты 4500 м, в этих широтах выпадает большое количество осадков, температура воздуха немного ниже.

***Орографическая снеговая граница*** – это нижняя граница распространения ледников. На ее высоту оказывает большое влияние рельеф. При прочих равных условиях теневые склоны благоприятнее для оледенения, чем солнечные. Если хребет располагается перпендикулярно воздушным потокам, то на наветренных склонах осадков выпадает больше, следовательно, условия для возникновения ледников лучше. На теневых и наветренных склонах орографическая снеговая граница располагается ниже климатической снеговой границы, на солнечных и подветренных склонах – выше климатической. На крутых склонах снег не может накапливаться, подобные склоны даже в хионосфере не имеют ледников.

***Ледники*** *–* естественные скопления снега и льда, обладающие способностью к движению. В ледниках содержится 24 млн км3, или 1,6 % всего объема воды. Современные ледники занимают около 16 млн км2, из них 99 % приходится на полярные широты. Площадь оледенения Антарктиды 13,4 млн км2.

***Классификация ледников***. По происхождению (В.М. Котляков) ледники подразделяют на покровные, горные и горно-покровные.

*Покровные ледники* размещаются на материках или крупных островах, в тех районах, где климатическая снеговая граница располагается на уровне океана. К ним относятся ледники Антарктиды, Гренландии, арктических островов. Форма покровных ледников выпуклая, обусловлена выпадением осадков и практически не связана с подледным рельефом. Покровные ледники подразделяются на *ледниковые купола* (крупные выпуклые ледники мощностью до 1000 м); *ледниковые щиты* (выпуклые ледники мощностью более 1000 м и площадью свыше 50 тыс. км2), *выводные ледники, ледниковые покровы, шельфовые ледники.* В Антарктиде ледниковый щит мощностью до 4,5 км перекрывает практически весь материк. Только над теплыми участками существуют оазисы – территории, свободные ото льда. Спускаясь к морю, ледник образует шельфовый ледник, расположенный на материковой отмели – шельфе. Отколовшаяся его часть называется *айсбергом.* Выводные ледники – это ледники, которые двигаются очень быстро (скорость до 1200 м/год), они обычно заканчиваются в море, образуя плавучие ледниковые языки и небольшие айсберги.

*Горные ледники* образуются там, где горы достигают климатической снеговой границы, расположенной на некоторой высоте в атмосфере. Горные ледники делятся на ледники вершин, склонов и долин. Форма ледников *вершин* соответствует форме самой вершины – или коническая или плоская. Ледники *склонов* делятся на висячие, каровые и цирковые. Сначала образуются небольшие по площади и мощности висячие ледники. Они располагаются в небольших углублениях и как бы висят на склоне. Благодаря морозному выветриванию, происходящему на границе лед – горная порода, углубление расширяется и принимает форму чаши – образуется кар и каровый ледник. При разрастании кара по площади формируется цирковый ледник.

Самые распространенные в горах ледники – *долинные.* Они чрезвычайно разнообразны по форме и условиям образования, однако все разнообразие можно свести к двум видам – простые и сложные ледники. Простые имеют одну область питания и одну область стока. Наиболее распространены простые ледники в Альпах. Сложные долинные ледники имеют или несколько областей питания, или несколько языков. Если ледник имеет несколько притоков, он относится к *кавказскому типу*, сложная разветвленная система ледников относится к *гималайскому типу.* Особое место занимают ледники, питающиеся главным образом за счет лавин и висячих ледников, они образуют *туркестанский тип.*

К *горно-покровным ледникам* относятся ледники *предгорий* и *сетчатое оледенение.* Ледники предгорий образуются в том случае, если климатическая снеговая граница расположена очень низко и велико количество атмосферных осадков. Ледники, образовавшись в горах, быстро выходят на равнину. Ледники предгорий широко распространены на Аляске. Сетчатое оледенение характерно для Исландии, Шпицбергена. Ледяной покров образуется в благоприятных климатических условиях, он полностью перекрывает весь остров, только отдельные острые гребни (нунатаки) выступают из него.

Ледники консервируют огромные запасы пресной воды. Используют их пока мало, только отдельные айсберги пробуют использовать для пополнения запасов пресной воды. Покровные ледники Антарктиды и Гренландии являются мировыми холодильниками, над ними существуют постоянные барические максимумы, ответственные за общую циркуляцию атмосферы. В истории Земли было несколько великих оледенений, морены древних ледников (тиллиты) найдены на всех континентах. Самые древние тиллиты, отложенные покровными ледниками нижнего протерозоя (2 млрд лет назад) найдены в Северной Америке. В верхнем протерозое (1 млрд лет назад) мощное оледенение пережила Гондвана. Позднее, около 600 млн лет назад оледенение захватило Евразию. Тиллиты этого возраста найдены на огромной территории от Франции до Енисея. В палеозое (около 250 млн лет назад) оледенение вновь было в Гондване. В четвертичное время ледник занимал 45 млн км2 (30 % современной суши) и достигал в Европе 47° с.ш., а в Северной Америке – 37° с.ш. Во время оледенений часть воды изымается из влагооборота, уровень Мирового океана понижается и возрастает площадь суши. В межледниковые периоды наблюдается обратный процесс: уровень Мирового океана повышается и площадь суши уменьшается.

Ледниковые воды являются источником питания для рек. Полное таяние ледников привело бы к повышению уровня океана на 60 м и затоплению 10 % суши (около 15 млн км2).

## Лекция 7. Биосфера Земли

1. Состав и строение биосферы
2. Функции живого вещества
3. Органический мир Земли
4. Ноосферный этап в развитии биосферы

### 7.1 Состав и строение биосферы

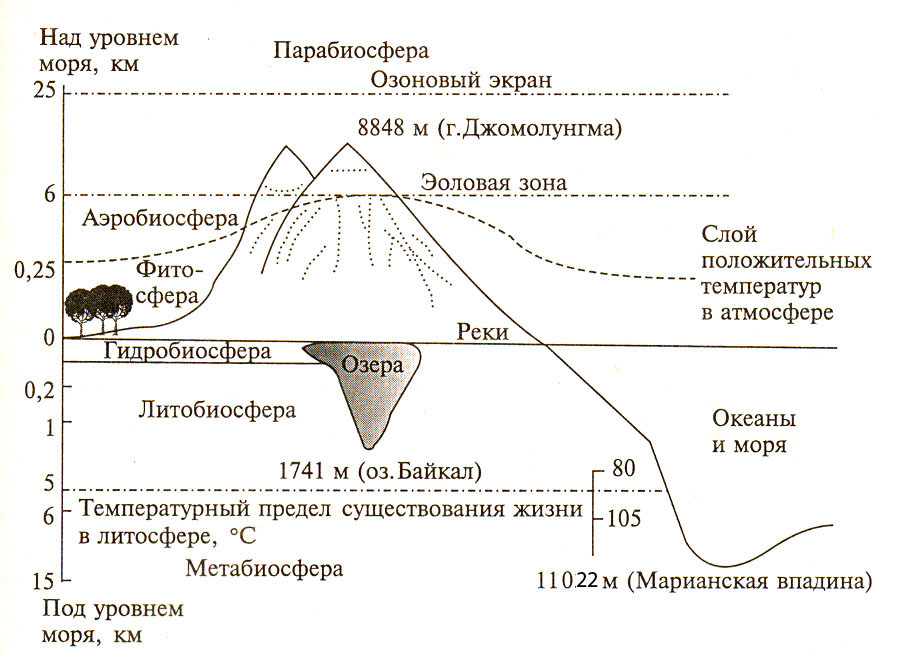
Понимание того, что живые организмы нашей планеты взаимодействуют с внешней средой и влияют на изменение этой среды, возникло давно на основе наблюдения природных явлений. Зачатки представлений о биосфере есть в трудах Б. Варениуса (1622-1650), Х. Гюйгенса (1629-1695), Ж.Л. Бюффона (1767 –1788). Начало учения о биосфере связывают с именем знаменитого французского натуралиста Ж.Б. Ламарка (1744–1829). В своих трудах он предложил термин «биология». Сам термин *«биосфера»* и определение биосферы как особой оболочки Земли применил Э. Зюсс в 1875 г. в книге о происхождении Альп, а затем в труде «Лик Земли».

Современные представления о биосфере основаны на учении В.И. Вернадского. До его исследований живым организмам, их роли в преобразовании земной поверхности не придавали большого значения. Растения и животные воспринимались как отдельные организмы, вынужденные приспосабливаться к условиям, создаваемым неорганическими процессами. По В.И. Вернадскому, «организмы представляют собой живое вещество, т. е. совокупность всех живых организмов, в данный момент существующих. Оно связано с окружающей средой биогенным током атомов: питанием, дыханием, размножением». ***Живое вещество*** – одно из самых древних известных на Земле природных тел. И человек как часть живого вещества – более древнее создание, чем почти все окружающие нас горные породы и минералы.

**Биосфера *–*** оболочка Земли, образованная совокупностью живых организмов и той частью вещества планеты, которая находится в непрерывном обмене с этими организмам. Следовательно, в биосферу включаются не только живое вещество, но и литосфера, гидросфера, атмосфера, подвергшиеся преобразовательному воздействию организмов.

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.

Структура биосферыпредставляет собой совокупность газообразной, водной и твердой оболочек планеты и живого вещества, их населяющего (рисунок 13). Масса биосферы составляет приблизительно 0,05 % массы Земли, а ее объем – 0,4 % объема планеты.



**Рисунок 13 – Строение биосферы (по Н.Ф. Реймерсу, с изменениями)**

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 4·107 Па и температурой 100º С).

На границе атмо-, гидро- и литосферы сконцентрирована наибольшая масса живого вещества планеты, и эта земная оболочка названа *биостромом* (биогеосферой),или *пленкой жизни.* В структурном отношении биостром слагается 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.

**Состав и строение живого вещества.** Химический элементарный состав живого вещества планеты характеризуется преобладанием следующих элементов: водород, углерод, кислород, азот, фосфор, сера. Они являются главными элементами живого вещества и называются ***биофильными.*** Атомы их создают в живых организмах сложные молекулы в сочетании с водой и минеральными солями. Эти молекулярные постройки представлены *углеводами, липидами, белками* и *нуклеиновыми кислотами.*

Живое вещество биосферы представляет собой сочетание биологических систем разной структуры и разных уровней существования. В настоящее время выделяется восемь *уровней организации живой материи:*

1. *Молекулярный* – самый низкий уровень организации. Биологическая система проявляется в виде функционирования органических молекул – белков, углеводов, нуклеиновых кислот. С этого уровня проявляются свойства, характерные для живого вещества – обмен веществ, передача наследственности.

2. *Клеточный.* На этом уровне биологически активные молекулы объединяются в клетку. На Земле существуют одноклеточные и многоклеточные живые организмы.

3. *Тканевый* – уровень, на котором сочетание однородных клеток образует ткань. Ткани в организме выполняют определенную функцию – кожная ткань имеет защитную функцию, жиры выполняют роль запасных питательных веществ.

4. *Органный* – уровень, на котором отдельные типы тканей образуют определенные органы.

5. *Организменный* – уровень, на котором формируется единая система – индивидуальный организм. На Земле существует несколько миллионов видов организмов.

6. *Популяционно-видовой.* На этом уровне существуют совокупности однородных организмов, объединенных единством происхождения, местом обитания.

7. *Биоценоз* и *биогеоценоз.* Уровень организации, объединяющий разные по видовому составу организмы. В биогеоценозе они взаимодействуют друг с другом на определенном участке территории.

8. *Биосферный* – самый высокий уровень организации. На этом уровне сформировалась система наиболее высокого ранга – биосфера.

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).

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 фтосинтеза фитопланктон создает органическое вещество – пищу для подавляющей части организмов на всех глубинах океана. *Донная пленка жизни* занимает дно (бенталь) океана (заселена 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

Суммарная биомасса *живого вещества биосферы* составляет 2–3 трл. т, причем 98 % ее – это биомасса наземных растений. В процессе 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 другие. 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 большое значение в круговороте воды на планете.

Выполняя перечисленные функции, живое вещество адаптируется к окружающей среде и приспосабливает 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. Растительноядные животные (*консументы первого порядка*) поглощают соединения этих элементов в виде пищи растительного происхождения. Хищники (*консументы второго порядка*) питаются растительноядными 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 – главнейшие 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 Органический мир Земли

В настоящее время на Земле существует 15 – 30 млн. (по другим данным до 100 млн) видов растений и животных, из которых инвентаризовано пока только 1,5 млн. видов животных и 0,5 млн. видов растений (Г.В. Войткевич, В.А. Вронский, 1989).

По современным представлениям, живой мир земного шара делится на четыре царства: *доядерные (прокариоты), растения, грибы* и *животные.*

*Прокариоты* подразделяются на подцарства бактерий и синезеленых водорослей. Бактерии представляют собой наиболее распространенные в биосфере организмы. Особенно много их в почве, самые богатые почвы (черноземы) содержат более 2 млрд бактерий в 1 г. В водоемах наибольшее количество бактерий встречается в поверхностных слоях воды. В чистой воде насчитывается 100 – 300 бактерий в 2 мл, в загрязненной воде – количество бактерий увеличивается до 300 тыс. Синезеленые водоросли обитают преимущественно в пресных водоемах, но могут жить в океанах и горячих источниках. Их насчитывается до 2000 видов.

*Растения* – разнообразные по форме, величине и строению живые организмы. Практически все растения являются автотрофами, т.е. на свету за счет реакции фотосинтеза производят органическое вещество. К растениям относятся водоросли (100 000 видов), лишайники (18 000 видов), мхи (20 000 видов), голосеменные (600 видов), покрытосеменные. Наиболее распространены на Земле покрытосеменные растения – их насчитывается 250 000 видов. Водоросли – низшие споровые растения, содержащие в своих клетках хлорофилл и обитающие преимущественно в воде. Водоросли – первые организмы нашей планеты, которые в процессе эволюции осуществляли фотосинтез с использованием воды и углекислоты. Более высокоорганизованные группы растений – лишайники, мхи, голосеменные и покрытосеменные обитают в основном на суше.

Растения-гетеротрофы по способу питания подразделяют на *сапрофиты, паразиты* и *симбионты.* Сапрофитами называются растения, которые питаются органическими остатками. Паразиты – растения, пользующиеся готовыми питательными веществами другого организма, на котором они поселяются. Симбионты – это взаимовыгодное сожительство двух организмов. Классическим примером симбиоза в растительном мире считались лишайники, представляющие собой сожительство грибов и водорослей.

*Грибы* – низшие, лишенные хлорофилла организмы, их насчитывается 100 000 видов. Все грибы относятся к гетеротрофным организмам (использующим готовое органическое вещество) и по способу питания разделяются на паразитов, сапрофитов и симбионтов. Большинство грибов являются сапрофитами, они питаются остатками растений. Грибы совместно с бактериями участвуют в круговороте веществ биосферы, разлагают органическое вещество на минеральное.

*Животные* образуют царство гетеротрофных организмов. Наиболее многочисленные по количеству видов – членистоногие (более 1 000000 видов) и моллюски (105 000 видов). Среди членистоногих выделяется класс насекомых, который по числу видов превышает все остальные виды животного мира. Ориентировочные расчеты показывают, что на Земле обитает минимум 108 млрд насекомых, на каждого человека приходится 250 млн представителей этого класса. Птиц насчитывается около 10 000 видов и 6000 видов млекопитающих. На долю сухопутных животных и наземной флоры приходится около 92% видов, водных организмов – около 8%.

Кроме организмов, образующих органическое вещество фотосинтетическим способом, на Земле были открыты другие организмы, основой образования которых является хемосинтез.

Хемосинтез – процесс образования бактериями органического вещества из диоксида углерода за счет энергии, полученной

при окислении неорганических соединений (аммиака, соединений серы). Хемосинтез был открыт русским микробиологом Н.С. Виноградским, который обнаружил микроорганизмы, способные окислять аммиак до солей азотной кислоты с выделением энергии.

### 7.4 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, сфериа – шар).

Основателями концепции ноосферы можно считать трех ученых – 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 1–1,5º), 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.

## Лекция 8. Педосфера

1. Педосфера. Понятие о почве
2. Факторы почвообразования. Морфология почвы
3. Типы почв и из распространение

### 8.1 Педосфера. 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. Морфология почвы

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= t (ПП × РО × ЖО × ЭК × Р × В × ДЧ) t,**

где П – почва; ПП – почвообразующие породы; РО – растительные организмы; ЖО – животные организмы; ЭК – элементы климата; Р – рельеф; В – воды; ДЧ – 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:

– на скорость почвообразовательного процесса, обуславливающую разную мощность почвенных профилей;

– на уровень плодородия, прямо зависящий от исходного состава пород, богатых или бедных химическими элементами, разной степени устойчивости в зоне формирования почв – в зоне гипергенеза;

– на характер орошаемого земледелия и осушительных мелиораций;

– 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. Большое 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, также 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 обусловливает 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 сказалось 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:

– преобразование почвообразующих пород (рекультивационные наносы, горные выработки, торфоразработки и т.д.);

– путем изменения форм рельефа (формирование терриконов, карьеров, дамб, планировки территорий и т.д.);

– 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.);

– 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.

**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 корневой системой 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 отдельности, 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.

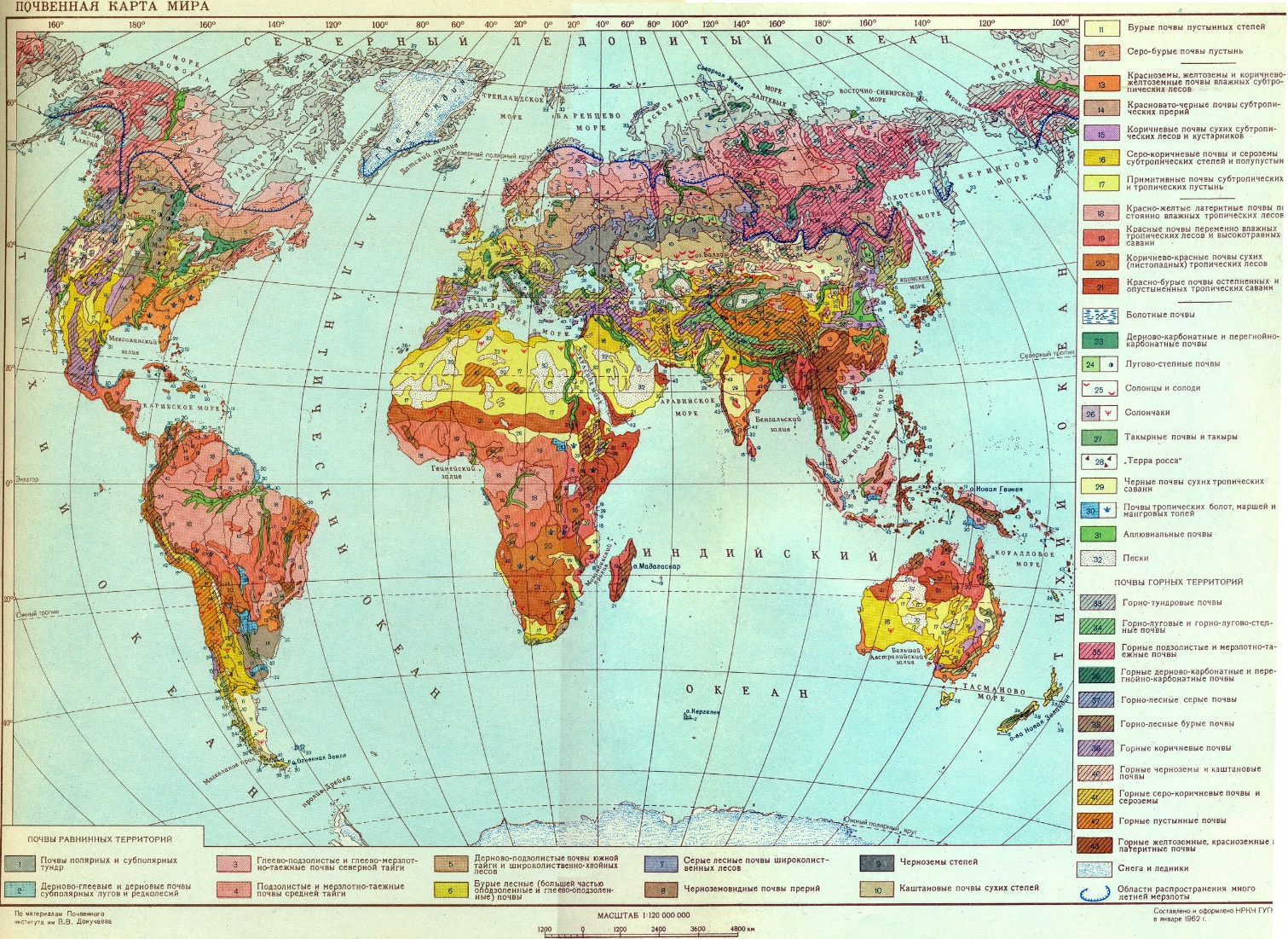
*Включения* представляют собой ясно выделяющиеся элементы почвенной массы, генетически не связанные с процессом почвообразования. К ним относятся единичные валуны или гальки, находящиеся в составе почвообразующих пород, останки животных (кости, раковины), стволы деревьев, а также археологические останки.

### 8.3Типы почв и из распространение

Почвенный покров земного шара отличается значительным многообразием и подчиняется закону географической зональности (рисунок 14).

***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.

**

**Рисунок 14 – Почвенный покров мира**

***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 основаниями породах развивается группа подзолистых почв: глеево-подзолистые – 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 продолжаются 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-аккуму-лятивный, 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 *солоди* – 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 малоплодородны. 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.* Они 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 ¼ 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 Филипиннах, 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, в зоне 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.

## Лекция 9. Ландшафты

1. Понятие о ландшафте. Антропогенные ландшафты и их классификация
2. Единая таксономическая система природных комплексов
3. Географические пояса и природные зоны

### 9.1 Понятие о ландшафте. Антропогенные ландшафты и их классификация

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 обозреваемых 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.

**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.

В связи с воздействием человека на природу в географию вошли понятия «*антропогенный ландшафт*» и «*культурный ландшафт».*

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 называть *современными* ландшафтами.

По другой концепции, антропогенными ландшафтами являются как вновь созданные, так неизмененные 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. Антропогенные ландшафты хотя и созданы человеком, однако находятся на поверхности Земли и подвергаются воздействию природных факторов. В развитии антропогенных ландшафтов различается две стадии: ранняя, неустойчивая и зрелая, устойчивая. На первой стадии происходит быстрая перестройка природного комплекса, приспособление компонентов к новой обстановке, возникшей при вмешательстве человека. На второй стадии процесс развития комплекса замедляется, он переходит в устойчивое состояние. Природные комплексы, измененные человеком, но в дальнейшем его воздействия не испытывающие, постепенно приобретают черты естественных комплексов, однако к девственным ландшафтам их относить нельзя.

Сложным остается вопрос о классификации измененных или созданных человеком ландшафтов. 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).

1. Неизмененные – ледники, нетронутые участки тропических пустынь, заповедники.

2. Слабо измененные – естественные луга и пастбища, водоемы.

3. Нарушенные нерациональным использованием – вторичные обедненные леса, маквис.

4. Сильно нарушенные и превращенные в бедленд – эродированные, вторично засоленные, вторично заболоченные земли, горные выработки.

5. Преобразованные или культурные – поля, сады, плантации, парки.

6. Искусственные – города, села, дороги, плотины.

По виду человеческой деятельности выделяются:

1. *Сельскохозяйственные* ландшафты. В свою очередь внутри них выделяют полевые, лугово-пастбищные, садовые, смешанные. По оценкам специалистов пашни, сады, плантации занимают 11 % обитаемой суши (14–19 млн км2). Предельная площадь экономически выгодных для эксплуатации земель составляет 1,5 млрд га (15 млн км2), т.е. все доступные земли уже использованы. За последнее время площадь пахотных земель на душу населения из-за роста численности людей и деградации почв начала уменьшаться.

2. *Промышленные* ландшафты. Наиболее развиты карьерные и отвальные комплексы, терриконы, псевдокарст в местах подземной добычи полезных ископаемых. 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 24000 тыс. км протяженности автомобильных дорог (18 млн км с твердым покрытием). Густота дорог достигла 180 км/км2. Самая густая сеть дорог в Великобритании – 1580 км/км2, во Франции – 1480 км/км2. В мире длина железнодорожной сети составляет 1,2 млн км, в России – 87 тыс. км. Длина нефте- и газопроводов к началу 90-х гг. в мире достигла 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). Доля вторичных лесов велика. В Черноземном центре России лесокультуры составляют 30 % общей площади лесов. Раньше в СССР ежегодно производилась посадка лесов на площади 1,1 млн га.

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, Кариба (Замбия) – 160,3 км3. По переброске стока первое место занимает Канада.

6. *Рекреационные* ландшафты, зоны отдыха населения и активного туризма.

7. *Сели'тебные* ландшафты – ландшафты городов и других населенных пунктов.

8. *Беллигеративные* (военные) ландшафты. Это сторожевые курганы, крепостные валы, засеки, воронки взрыва, траншеи. Подобные ландшафты имеют ограниченное распространение, свяpанное с местами боев. Под Тамбовом сохранился земляной вал XVII в. длиной несколько километров и высотой *4–*5 м. Он был сооружен в качестве оборонительного рубежа против набегов татар. Остались земляные валы во многих городах Руси – Владимире, Суздале.

По последствиям изменений выделяются 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 растительного и животного мира не приводит к изменению климата или рельефа. Если изменяется рельеф или горные породы, то меняется весь комплекс в целом.

Устойчивость зависит и от того, какой уровень системы подвергается изменению. Если изменить фацию, то процесс может оказаться необратимым. Труднее изменить крупные природные комплексы.

### 9.2 Единая таксономическая система природных комплексов

Ландшафт представляет собой сложное природное образование. Он состоит из более мелких природных комплексов. Основные морфологические части ландшафта: фации, урочища (дополнительные – подурочища и местности). 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.

Ландшафты состоят из набора урочищ. Каждый ландшафт индивидуален, однако существуют похожие ландшафты, имеющие общие черты.

### 9.3 Географические пояса и природные зоны

По зональным признакам географическая оболочка делится на *географические пояса, зоны* и *подзоны*. Деление по зональному признаку разработано А.А. Григорьевым.

***Географический пояс***– широтно вытянутая полоса на земном шаре, выделяемая по радиационным условиям. Границы их совпадают с границами климатических поясов.

На Земле выделяются следующие географические пояса: *экваториальный, два субэкваториальных, два тропических, два субтропических, два умеренных, субарктический, субантарктический, антарктический* и *арктический*. Они опоясывают весь земной шар, проходя по материкам и океанам. С.В. Калесник выделяет пять поясов – два холодных, два умеренных и жаркий.

***Географическая зона***– полоса, выделяемая по соотношению тепла и влаги, что приводит к общности биологических компонентов (биоценозов). Различия в соотношении тепла и влаги проявляются только на суше, на океане зоны не выделяются.

***Географическая подзона***– наименьшее зональное подразделение, выделяемое по степени выраженности зональных признаков. Принимаются во внимание особенности растительного покрова. Теоретически в каждой зоне, вытянутой в широтном направлении, можно выделить три подзоны: северную, центральную и южную.

Попытка установления количественных показателей при дифференциации поясов и зон была предпринята А. А. Григорьевым и М.И. Будыко. Они разработали *периодический закон географической зональности.* Географические зоны делятся по радиационному индексу сухости, т. е. по соотношению радиационного баланса и теплоты, необходимой для испарения годового количества осадков. Построенный график позволяет 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 (N – Q) время, характеризующаяся единством орографии, макроклимата и своей структурой горизонтальных зон и высотных поясов.

Следовательно, основными критериями при выделении физико-географической страны являются:

– приуроченность к определенной крупной тектонической структуре (плита, щит);

– преобладающая тенденция новейших тектонических движений (N – Q);

– единая история развития в N – Q время;

– единство макрорельефа (обширные низменные равнины, плоскогорья);

– единство макроклимата;

– своеобразное проявление горизонтальной зональности и высотной поясности.

Примеры физико-географических стран – Восточно-Европейская равнина, Западно-Сибирская низменность, Урал. Единицы этого ранга рассматриваются в школьных курсах физической географии.

***Физико-географическая область***– часть физико-географической страны, обособившаяся главным образом за N – Q 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 (например, Мещерская низменность, Среднерусская возвышенность, Окско-Донская низменность).

*Физико-географический район (ландшафт)* – часть области, однородная по зональным или азональным признакам. Это генетически единая территория, характеризующаяся специфической морфологической структурой.

Система таксономических единиц может быть образована чередующимися зональными и азональными комплексами. Например: материк–пояс – страна–зона–область–подзона–район.

Здесь зональными единицами являются пояс, зона, подзона, остальные – азональные.

**Характеристика природных зон мира (на примере умеренного пояса).** 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 20º, примерно совпадающие в обоих полушариях с 30-ми параллелями (летнее положение полярного фронта и зимнее положение арктического фронта). Климат умеренных зон слагается 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:

1. 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);

2. 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);

3. Восточный приокеанический – в сфере действия мусонно-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 –10º С до –40º С, самые теплые 13–19º С. Зимы суровые, особенно в Восточной Сибири, где абсолютный минимум бывает до –71º С. 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 лесообразующей 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 +5º С (на Дальнем Востоке от –28 до –16º С), самого теплого от 16 до 21º С, 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 пород 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. Произрастают клен, орех, ясень, магнолия, вишня, камелия. В лесах умеренных широт много разнообразных кормов, оттого и животный мир богаче таежного. Из-за отсутствия ветра наблюдается обилие слаболетающих насекомых. 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, обычны 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 5–8º С, самого теплого от 10º до 18º С. 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 – в 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.

## Лекция 10. Общие законы и закономерности географической оболочки

1. Географическая оболочка: структура, свойства и закономерности
2. Целостность и саморегулирование географической оболочки
3. Круговорот вещества и энергии в географической оболочке
4. Ритмичность, зональность и азональность в географической оболочке

### 10.1 Географическая оболочка: структура, свойства и закономерности

**Географическая оболочка** – целостная материальная система, образованная при взаимодействии и взаимопроникновении атмосферы, гидросферы, литосферы, живого вещества.

Географическая оболочка – сложное комплексное образование, состоящее из ряда компонентных оболочек (литосферы, гидросферы, атмосферы и биосферы), между которыми происходит обмен веществом и энергией, объединяющий эти разнокачественные оболочки в новое целостное единство, в особую планетарную систему. Следствием этого взаимодействия являются разнообразные формы рельефа, осадочные породы и почвы, возникновение и развитие живых организмов, в т. ч. человека.

Важнейшими ***интегральными свойствами*** географической оболочки являются:

1. Способность аккумулировать и трансформировать солнечную энергию.

2. Насыщенность различными видами свободной энергии, обеспечивающими многообразие протекающих в ее пределах природных процессов.

3. Способность продуцировать биомассу и служить природной средой для существования и развития человеческого общества.

***Частными свойствами географической*** оболочки являются:

* пребывание вещества в трех агрегатных состояниях: твердом, жидком и газообразном;
* присутствие всех химических элементов, существующих на планете Земля;
* разнообразие форм движения вещества;
* усвоение и преобразование материи и энергии, поступающих как из внутренних частей планеты Земля, так и из Космоса, преимущественно от Солнца;
* наличие феномена жизни – живых организмов и их колоссальной энергии;
* наличие условий, делающих возможным существования человека и развитие общества.

Географическая оболочка характеризуется также определенными законами и закономерностями.

В философии и географии принято четко различать понятия «закон» и «закономерность». Закон – это устойчивое, повторяющееся отношение между явлениями в природе и обществе. Закономерность – совокупность законов. В географии мы имеем дело преимущественно с закономерностями, имеющими системную обусловленность.

**Основными закономерностями географической оболочки являются**: целостность, круговорот веществ и широтная зональность (высотная поясность), ритмичность, развитие (нарастание сложности структуры).

Развитие – это необратимое, направленное, закономерное изменение материи и сознания, их универсальное свойство. В результате развития возникает новое качественное состояние объекта – его состава и структуры. Различают следующие две формы развития: 1) эволюционное развитие (постепенность) и 2) революционное развитие (скачок). Выделяют также две линии развития: а) прогрессивное (восходящее) развитие и б) регрессивное (нисходящее) развитие.

История развития географической оболочки насчитывает несколько миллиардов лет. Возраст планеты Земля определяется величиной в 4,5 – 5 млрд. лет.

Отмеченные свойства и закономерности географической оболочки характеризуют ее как самостоятельную целостную систему, свойства которой не сводятся к сумме свойств ее частей. Однако целостность этой системы отнюдь не означает ее внутреннего однообразия.

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 обусловливают как наружный облик Земли, так и все явления на Земле. Термин географическая оболочка 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 Мохоровичича (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 А.А. 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.

Таким образом, границы ГО следует проводить по границе наиболее активного взаимодействия всех компонентов и проявлению географических закономерностей, особенно географической зональности. Целесообразно присоединиться к мнению исследователей, проводящих верхнюю границу ГО по тропопаузе (верхней границе тропосферы), а не внутри или выше озонового слоя. Данная граница представляется более обоснованной. Во-первых, это будет примерно соответствовать физическому пределу распространения жизни в биосфере современной структуры. Во-вторых, привязка границы к озоновому слою приводит к неопределенности ее для этапов геологической истории, когда этого слоя не было. Соответственно при рассмотрении эволюции ГО возникнут определенные трудности, так как на протяжении резко преобладающей по продолжительности части ее существования озоновый слой, вероятно, отсутствовал.

К ГО, независимо от этапа ее существования, следует всегда относить часть атмосферы, в которой происходят круговорот воды, интенсивное перемещение воздушных масс, содержится основная масса атмосферы, формируются погодные условия, проявляется зональность распределения тепла и влаги, т.е. тропосферу.

Нижнюю границу ГО в литосфере следует проводить по границе проявления экзогенных процессов, т.е. по подошве зоны гипергенеза, 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 назад. 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 назад). К существующим круговоротам добавляется биогенный: на свету элементы в результате 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 ноосферныйэтап 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.

### 10.2Целостность и саморегулирование географической оболочки

**Целостность географической оболочки** – 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, материки 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 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 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 22 ‰, 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.

Очень важной особенностью [географической оболочки](http://www.geo-site.ru/index.php/2011-01-11-14-47-10/87/411-go.html) является ее способность сохранять свои основные свойства в течение всей истории своего существования – или свойство **саморегулирования**. За миллионы лет на Земле изменилось расположение материков, состав атмосферы, произошло образование и развитие биосферы.

При этом осталась сущность географической оболочки, как зоны контакта между геосферами, где взаимодействуют эндогенные и экзогенные силы. Сохранились и основные ее свойства: присутствие воды в трех состояниях - жидком, твердом и газообразном, наличие устойчивых границ между атмосферой, гидросферой и литосферой, постоянство радиационного и теплового балансов, постоянство солевого состава Мирового океана и т. д. Поэтому географическую оболочку называют системой, которая способна автоматически поддерживать определенное состояние природной среды.

Благодаря регулированию многие параметры географической оболочки поддерживаются на определенном уровне, то есть не выходят за определенные пределы, несмотря на резкие колебания внешних факторов. Достигнутое состояние равновесия имеет динамический характер.

Примеромего может быть солевой состав Мирового океана, который длительное время остается постоянным, несмотря на выпадение пресных атмосферных осадков и их неравномерное распределение во времени и пространстве, на большие объемы пресных речных вод, ежегодно поступающих в океан, а также на разную величины испарения с поверхности океана в различных его частях. Основная причина такого постоянства заключается во всеобщей взаимосвязанности концентраций веществ в сложнейшей природной системе, какай является океан.

Чем сложнее система, тем надежнее она защищена от внешних возмущений, поэтому географическая оболочка обладает наиболее совершенной системой саморегулирования. Примером может служить взаимодействие в системе: солнечная радиация – температура – облачность. Солнце нагревает земную поверхность, в результате чего увеличивается испарение. В атмосфере влага конденсируется и образуются облака, которые задерживают солнечную радиацию, что приводит к снижению температуры, а, следовательно, и испарения. Поэтому поступление влаги в атмосферу уменьшается и облака рассеиваются. После этого вновь увеличивается поступление солнечной радиации на земную поверхность и все повторяется сначала.

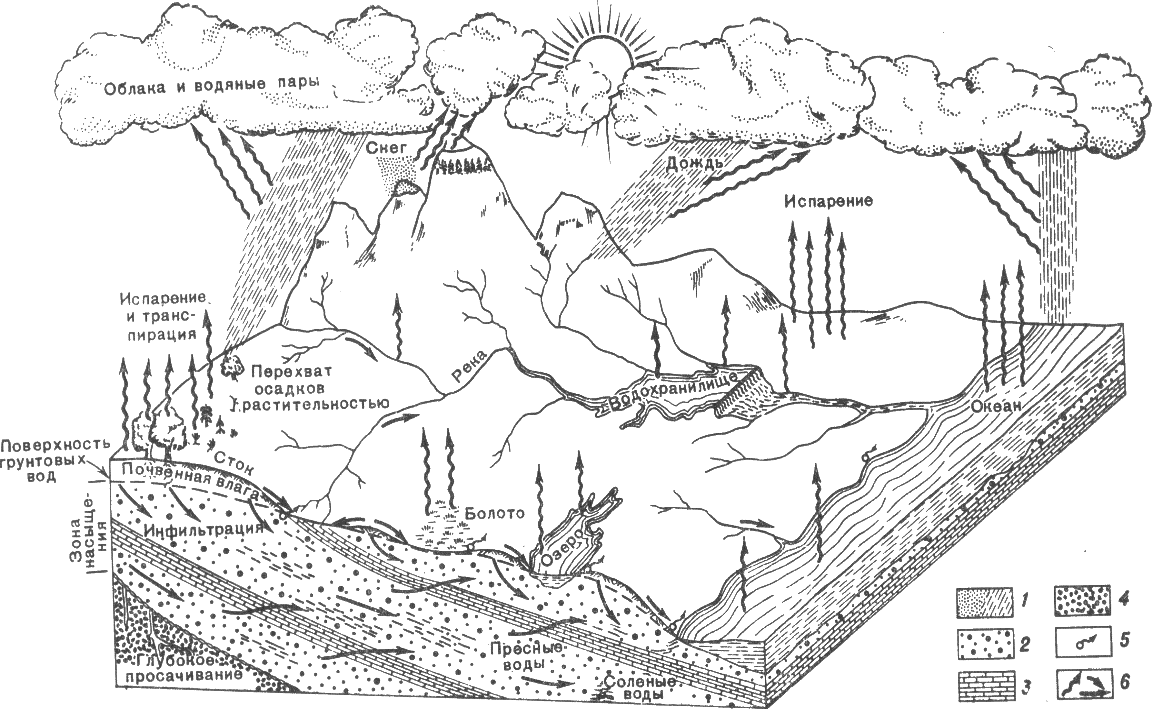
### 10.3 Круговорот вещества и энергии в географической оболочке

Целостность и саморегулирование 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 (рисунок 15).



1 – осадки, 2 – водопроницаемые породы, 3 – слабопроницаемые породы, 4 – непроницаемые породы, 5 – источник, 6 – направления движения воды и водяных паров

**Рисунок 15 – Схема круговорота воды**

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.

Второй пример: Северное Пассатное течение Тихого океана (на запад) – Куросио (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 свету 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 ним 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 Ритмичность, зональность и азональность в географической оболочке

**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,* *внутривекоыве, 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 часов 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 часов и с 14 до 17 часов.

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.

**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, поддерживающими, 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 биологичеких 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 (рис. 21). Нанесенные на гипотетический материк границы поясов и зон отражают средние площади их контуров 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 секторы 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).

Зоны не везде образуют сплошные полосы. Границы многих зон отклоняются от параллелей, в пределах одних и тех же зон наблюдаются большие контрасты в природе. Поэтому наряду с зональностью выделяют другую географическую закономерность – азональность. *Азональность* – изменение компонентов и комплексов, связанное с проявлением эндогенных процессов. Причина азональности – неоднородность земной поверхности, наличие материков и океанов, гор и равнин на материках, своеобразие местных факторов: состав горных пород, рельеф, условия увлажнения и др. Азонален эндогенный рельеф, т.е. размещение вулканов и тектонических гор, строение материков и океанов.

Существует две основные формы проявления азональности – *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.

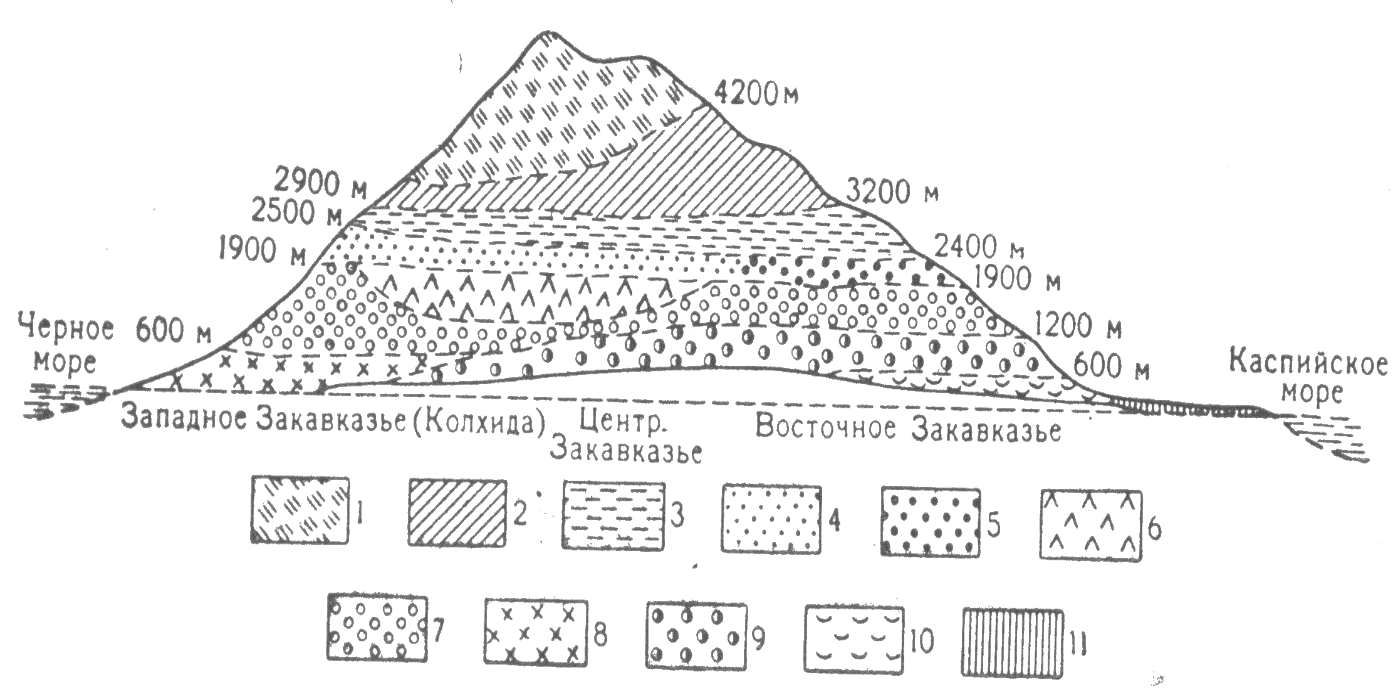
2. Температура с высотой изменяется гораздо быстрее, чем по горизонтальному направлению от экватора к полюсам. В СП температура убывает в среднем на 0,5º на каждый градус широты, в тропосфере по вертикали – в среднем на 6º на каждый километр. Именно быстрое уменьшение температуры с высотой предопределяет 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. Поэтому высотная поясность 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. В результате 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 (рисунок 16 ).



Пояса: 1 – вечного снега и льда, 2 – высокогорной пустыни, 3 – альпийский, 4 – субальпийский, 5 – высокогорных лесов с преобладанием восточного дуба, 6 – елово-пихтовых лесов, 7 – буковых лесов, 8 – смешанных лиственных колхидских лесов, 9 – лесов с преобладанием грузинскогог дуба, 10 – полупустынь, степей и сухолюбивых редколесий, 11 – пустынь

**Рисунок 16 – Схема высотных поясов растительности Закавказья**

Наряду с высотной поясностью можно говорить о глубинной поясности подводных ландшафтов. Ф.Н. Мильков выделяет мелководные ландшафты шельфа, батиальные 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 азональна. 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.

## Лекция 11. Антропогенные изменения географической оболочки

1. Экологические проблемы мира. Природопользование и мониторинг

### 11.1 Экологические проблемы мира

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».

**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, сдвижения, 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 2х3,6 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 1 360 млн. т руды. Вероятны проявления такого рода поднятия поверхности литосферы в Канско-Ачинском и Печорском буроугольных 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.

**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 108 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 (CO2), метана (CH4), оксида азота (N2О) 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 ⅔ 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 (⅓ всех поступлений), так и вследствие сгорания минерального топлива (⅔). Уничтожение лесов также действует как источник CO2.

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 CO2 в атмосфере, по данным конференции в Рио-де-Жанейро, на 2000 г. составляет 0,038 % (в 1960 г. – 0,032 %). При удвоении значений концентрации углерода, в отсутствии каких-либо других изменений, увеличение средней глобальной температуры земной поверхности составит 1,5–4,5° С, 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 15,5º С (в 1970 г. – 14,9° С), наибольший рост температуры отмечен в северной части Тихого океана (0,75º за 100 лет) и в северной Америке (0,57º 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.

**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 ХХ 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, обусловливающие 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.

**Экологические проблемы биосферы.** Одно из главных последствий экологического кризиса на планете выражается в уменьшении биологического разнообразия**.** Биологическое разнообразие определено в Конвенции о биологическом разнообразии, принятой в Рио-де-Жанейро на конференции ООН по окружающей среде и развитию (2000), как «вариабельность живущих организмов любого происхождения, включая наземные, морские и другие водные экосистемы и экологические комплексы, частью которых они являются. Оно включает разнообразие внутри вида, между видами и экосистемами. Другими словами, биологическое разнообразие – вариабельность всего живого на Земле». 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 включено 236 видов млекопитающих, 287 – птиц, 119 видов пресмыкающихся, 36 видов земноводных.

Важной составляющей живого вещества является лесной покров. Леса являются основным аккумулятором биомассы (органики) на суше, в них содержится более 80 % биомассы Земли. Процесс обезлесения выражается в сокращении площади под естественной растительностью, прежде всего лесной и приводит к аридизации климата, эрозии почв, опустыниванию. Восемьдесят процентов лесов, когда-то покрывавших сушу, сведены или заменены искусственными насаждениями. В начале XXI века леса занимают на суше земного шара 3690 млн. га или 27 % общей площади (FAOSTAT, 2003). Наиболее существенная причина обезлесения, затронувшего многие районы лесных массивов в развивающихся странах, - это их расчистка под пашню или неумеренный выпас домашнего скота. Вторая причина – добыча топливной древесины; на нее приходится до трети всех потерь лесных ресурсов. Ежегодно в мире сжигается до 1,6 млрд. м3 древесины, а потребность в дровяном топливе оценивается в 2,4-2,6 млрд. м3. Леса активно вырубаются в Африке, Латинской Америке, Азиатско-Тихоокеанском регионе. Только за период с 1990 по 1995 гг. мировая лесная площадь сократилась на 65 млн. га, в то время как в Европе и Северной Америке лесопосадки не только компенсируют потери, но и увеличивают их лесную площадь (за этот же период – на 9 млн. га). Самые крупные по масштабу лесоразработки отмечаются в Латинской Америке, где в Амазонии за 1980-1990-е годы исчезло 62 млн. га (6 % лесной площади), а в последующие 5 лет – еще 29 млн. га. За этот же период в Африке леса сократились на 18 млн. га, в Азии – на 17 млн. га. 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.

Деградация земельных (почвенных) ресурсов в результате расширения земледелия и животноводства происходила на протяжении всей истории человечества. Мощным толчком для объединения усилий мирового сообщества по предотвращению угрозы деградации земельных ресурсов, подрывающей систему обеспечения продовольствием, была длительная засуха в Сахаре в 1968-1973 годах. По инициативе ЮНЕП в 1977 г. в Найроби была созвана конференция ООН по борьбе с опустыниванием, на которой было принято определение опустынивания «как уменьшения или уничтожения биологического потенциала земли, которые, в конечном счете, могут привести к возникновению условий, аналогичных естественной пустыни». 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 деградации почвы ежегодно из мирового сельскохозяйственного оборота выбывает 6–7 млн. га плодородных земель, которые превращаются в пустоши. В целом процесс деградации 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, 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).

В таблице 5 приведены результаты исследования степени нарушенности экосистем хозяйственной деятельностью людей.

В наибольшей степени ландшафты разрушены в развитых странах, а также в районах древнего земледелия и в развивающихся странах – это Европа (без России), часть Северной Америки, Юго-Восточная Азия, Индостан. В этих регионах только на 1-10% территории сохранились естественные ландшафты. Они заменены в основном сельхозугодьями, поселениями, инфраструктурой, вторичными лесами.

**Природопользование и мониторинг. Природопользование** – это совокупность всех форм воздействия человека на географическую среду, в том числе эксплуатацию природно-ресурсного потенциала и меры по его сохранению. Включает: извлечение и переработку природных ресурсов, их воспроизводство; использование и охрану природных условий среды жизни; поддержание и восстановление экологического равновесия природных систем.

При нерациональном природопользовании природно-ресурсный потенциал территории не сохраняется. Рациональное природопользование, напротив, отличается таким хозяйствованием, при котором происходит экономное использование природно-ресурсного потенциала, а в ряде случаев – его эффективное воспроизводство. К сожалению, в настоящее время человечество развивается в рамках нерационального природопользования.

Кроме этого под природопользованием понимают комплексную научную дисциплину, находящуюся на стыке естественных, общественных и технических наук. Её теоретической базой являются география и экология. Основная задача природопользования – оптимизация отношений между природными ресурсами, природными условиями и социально-экономическим развитием общества.

**Мониторинг** (от англ. monitoring, от лат. monitor – напоминающий, надзирающий), комплексная система наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под влиянием антропогенных воздействий. Мониторинг не включает управление качеством окружающей среды. Однако правильная организация такого управления возможна только при функционировании системы мониторинга, которая может охватывать как локальные, так и глобальные работы (см. [Мониторинг глобальный](http://dic.academic.ru/dic.nsf/ecolog/4964/%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%B3)). Во многих странах мира созданы специализированные станции мониторинга. Важную роль в мониторинге играет глобальная система биосферных заповедников. При подборе различных подходов и ориентации подсистем мониторинга для осуществления определенных целей важно выделить подсистему наблюдений (оценки и прогноза) за реакцией основных составляющих биосферы: абиотической составляющей (геофизический мониторинг) и биотической составляющей ([биологический мониторинг](http://dic.academic.ru/dic.nsf/ecolog/2757/%D0%B1%D0%B8%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9)). Термин “мониторинг” появился перед проведением Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде (5 – 16 июня 1972) в противовес (или в дополнение) к термину “контроль”, который кроме наблюдения и получения информации содержит и элементы активных действий, т. е. управления.

# 2. Практический раздел

## 2.1 Задания для практических работ

### Практическая работа 1.

**Планета земля в солнечной системе и космосе.**

**Строение Солнечной системы**

Заполните таблицы по динамическим и физическим характеристикам планет Солнечной системы. Выявите черты сходства и различия планет Солнечной системы и их спутников.

**Таблица 4 – Динамические характеристики планет Солнечной системы**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Планета | Расстояние от Солнца | | Наклонение орбиты к центральной плоскости Солнечной системы, град. | Наклон оси планеты к плоскости ее орбиты, град. | Период вращения вокруг оси  (в земных сутках) | Средняя скорость движения по орбите, км/с | Количество  спутников |
| млн. км | а. е. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

**Таблица 5 – Физические характеристики планет Солнечной системы**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Планета | Экваториальный радиус, км | Масса планеты | | Средняя плотность, г/см3 | Особенности  поверхности |
| Абсолютная  г х107 | В сравнении с  Землей |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| *Земная группа* |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| *Планеты-гиганты* |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

### Практическая работа 2.

**Основные структурные элементы поверхности Земли.**

1. Подпишите материки (с указанием площади) и части света. Какие различия существуют между этими понятиями?
2. Подпишите крайние северные и южные точки материков (с указанием координат).
3. Подпишите высшие точки материков (с указанием высот). Отдельно обозначьте высшую и самую низкую точки мира (цветом).
4. Проведите границу между Европой и Азией.
5. Нанесите на контурную карту следующие полуострова (указать название и порядковый номер):
   1. Аляска
   2. Антарктический
   3. Аппенинский
   4. Апшеронский .
   5. Аравийский
   6. Арнем-Ленд
   7. Балканский
   8. Бретань
   9. Бутия
   10. Гыданский
   11. Индостан
   12. Индокитай
   13. Канин
   14. Камчатка
   15. Калифорния
   16. Кейп-Иорк
   17. Керченский
   18. Кольский
   19. Корея
   20. Кенай
   21. Корнуолл
   22. Лабрадор
   23. Крымский
   24. Ляодунский
   25. Малакка
   26. Малая Азия
   27. Мангышлак
   28. Новая Шотландия
   29. Пелопоннес
   30. Пиренейский
   31. Синайский
   32. Скандинавский
   33. Сомали
   34. Таймыр
   35. Флорида
   36. Чукотский
   37. Юкатан
   38. Ютландия
   39. Ямал

Нанесите на контурную карту острова (указать название и порядковый номер). Отдельно обозначьте материковые и океанические острова.

**Материковые острова:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1.Алеутские | 28.Кипр | 54.Огненная Земля |
| 2.Арх. Александра | 29.Крит | 55.Сокотра |
| 3.Балеарские | 30.Колгуев | 56.Сардиния |
| 4.Большие Зондские: | 31.Командорские | 57.Сицилия |
| 5.Сулавеси | 32.Королевы Шарлоты | 58.Северная Земля |
| 6.Суматра | 33.Корсика | 59.Сахалин |
| 7.Ява | 34.Канадский Арктический архипелаг: | 60.Сейшельские |
| 8.Калимантан | 35.Виктория | 61.Тайвань |
| 9.Большие Антильские: | 36.Баффинова Земля | 62.Тасмания |
| 10.Куба | 37.Банкс | 63.Фарерские |
| 11.Гаити | 38.Элсмир | 64.Фолклендские (Мальвинские) |
| 12.Ямайка | 39.Арх. Пари | 65.Филлипинские: |
| 13.Пуэрто-Рико | 40.Мадагаскар | 66.Лусон |
| 14.Британские острова: | 41.Малые Антильские: | 67.Минданао |
| 15.Великобритания | 42.Мартиника | 68.Хайнань |
| 16.Ирландия | 43.Малые Зондские: | 69.Шри-Ланка |
| 17.Арх. Гебридских о-вов | 44.Тимор | 70.Шпицберген |
| 18.Оркнейских | 45.Сумба | 71.Ю. Георгия |
| 19.Шетландских | 46.Сумбава | 72.Ю. Оркнейские |
| 20.Врангеля | 47.Флорес | 73.Японские: |
| 21.Вайгач | 48.Новая Земля | 74.Хоккайдо |
| 22.Ванкувер | 49.Новосибирские | 75.Хонсю |
| 23.Гренландия | 50.Новая Гвинея | 76.Сикоку |
| 24.Готланд | 51.Новая Каледония | 77.Кюсю |
| 25.Диомида | 52.Новая Зеландия |  |
| 26.Занзибар | 53.Ньюфаунленд |  |
| 27.Земля Франца Иосифа |  |  |

**Океанические:**

**- *вулканические***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1.Алеутские (частично) | 19.Кермадек | 34.Самоа |
| 2.Азорские | 20.Кука | 35.Сен-Поль |
| 3.Андаманские | 21.Курильские (Итуруп, Кунашир, Парамушир) | 36.Св. Елены |
| 4.Арх.Бисмарка:  5. Новая Ирландия  6. Новая Британия  7. Адмиралтейства | 22.Коморские | 37.Соломоновы |
| 8.Амстердам | 23.Липарские | 38.Тонга (Дружба) |
| 9.Буве | 24.Мадейра | 39.Тристан-да-Кунья |
| 10.Вознесения | 25.Маскаренские | 40.Фиджи |
| 11.Гавайские | 26.Малые Антильские (частично) | 41.Хуан-Фернандес |
| 12.Галапагос | 27.Никобарские | 42.Южные Сандвичевы |
| 13.Зеленого Мыса | 28.Новые Гебриды | 43.Южные Шетландские |
| 14.Исландия | 29.Общества (Товарищества) | 44.Ян-Майен |
| 15.Канарские | 30.Пасхи |  |
| 16.Каролинские | 31.Принс Эдуард |  |
| 17.Крозе | 32.Рюкю (Нансей) |  |
| 18Кергелен | 33.Рождества (Кристмас) |  |

***-коралловые:***

|  |  |
| --- | --- |
| 1.Амирантские | 9.Мальдивские |
| 2.Арх.Чагос | 10.Маршалловы |
| 3.Бермудские | 11.Тубуаи (Острова Острал) |
| 4.Багамские | 12.Туамоту |
| 5.Большой Барьерный риф | 13.Тувалу |
| 6.Гилберта (Джильберта) | 14.Токелау |
| 7.Лайн (Центральные Полинезийские спорады) | 15.Феникс |
| 8.Лаккадивские |  |

### Практическая работа 3

**КАРТА 1 Литосфера. *Строение земной коры***

1. Обведите границы и подпишите названия основных литосферных плит.
2. Подпишите (указать номер) и закрасьте основные древние и молодые платформы
3. На карте штриховкой покажите геосинклинальные пояса, подпишите их.
4. Обведите разными цветами зоны спрединга и субдукции.
5. Штриховкой покажите основные пояса (области) распространения вулканов.
6. Обозначьте эпицентры современных землетрясений, а также крупные действующие вулканы (условными знаками).
7. Подпишите (указать номер) следующие вулканы:
8. Авачинская сопка,
9. Аконкагуа
10. Килауэа,
11. Ключевская Сопка,
12. Котопахи,
13. Льюльяйльяко,
14. Мауна-Лоа,
15. Орисаба,
16. Паракутин,
17. Семеру,
18. Стромболи,
19. Тира (Санторин),
20. Эльбрус,
21. Этна,
22. Гекла,
23. Камерун,
24. Лаки,
25. Попокатепетль,
26. Руапеху,
27. Фудзияма,
28. Эребус,
29. Арарат,
30. Везувий,
31. Вулькано,
32. Демавенд,
33. Казбек,
34. Кракатау,
35. Кения,
36. Килиманджаро,
37. Нгоронгоро.

**КАРТА 2 Рельеф Земли**

1. Подпишите на карте следующие депрессии (указать номер). Для каждого материка обозначить самое низкое место (с указанием абсолютной высоты ниже уровня моря):
2. Мертвое море

(Эль-Гхор)

1. Турфанская впадина
2. Сарыкамышская впадина
3. Ассаль, озеро
4. Селинас Чакос
5. Впадина Катара
6. Прикаспийская низменность
7. Впадина Карагие
8. Эйр, озеро
9. Долина Смерти
10. Подпишите на карте крупнейшие низменные равнины, крупнейшие возвышенные равнины, плато и плоскогорья для каждого из материков и заполните таблицу (минимум 10 наименований):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Низменности** | **Возвышенности** | **Плато и плоскогорья** |
| 1.Амазонская | 1.Белорусская гряда | 1.Анабарское |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

1. Подпишите на карте горы и нагорья, приуроченные к древним платформам (с докембрийским складчатым основанием).
2. Подпишите на карте (указать номер разным цветом) горы и нагорья, сформировавшиеся в байкальскую, каледонскую, герцинскую, мезозойскую, альпийскую складчатости и заполните таблицу (минимум 5 наименований):

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Байкальская складчатость** | **Каледонская складчатость** | **Герцинская складчатость** | **Мезозойская складчатость** | **Альпийская складчатость** |
| 1.Вост. Саян | 1.Аппалачи | 1.Алтай | 1.Аляскинский хр. | 1.Альпы |
| …… |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

1. Штриховкой обозначить на карте возрожденные горы:
   1. Алтай,
   2. Алтынтаг,
   3. Восточно-Гренландские,
   4. Западный и Восточный Саян,
   5. Куньлунь,
   6. Монгольский Алтай,
   7. Наньшань,
   8. Скандинавские горы,
   9. Тянь-Шань,
   10. Центральный Французский массив.

13 Заполнить вручную графу «Основные события» в геохронологической таблице.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Эон | Эра | Продолжит.  млн. лет | Период | Начало,  млн. лет | Продолжит.  млн. лет | Основные события |
| ФАНЕРОЗОЙ (570 млн. лет) | Кайнозойская  Kz | 65 | Четвертичный  (антропогеновый, квартер) Q | 1,6 | 1,6 |  |
| Неогеновый N | 24,6 | 23,0 |  |
| Палеогеновый P | 65 | 40,4 |  |
| Мезозойская  Mz | 183 | Меловой  K | 144 | 79 |  |
| Юрский  J | 213 | 69 |  |
| Триасовый  Т | 248 | 35 |  |
| Палеозойская  Pz | 322 | Пермский P | 286 | 38 |  |
| Каменноугольный C | 360 | 74 |  |
| Девонский D | 408 | 48 |  |
| Силурийский S | 438 | 30 |  |
| Ордовикский O | 505 | 67 |  |
| Кембрийский έ | 570 | 65 |  |

**Таблица 6 – Геохронология фанерозоя**

**Таблица 7 – Геохронология криптозоя**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Эон | | | Продолжит  млн. лет | Эра | Период | Начало,  млн. лет | Продолжит.  млн. лет | Основные события |
| КРИПТОЗОЙ (Докембрий) | Протерозой Pr | Верхний  (поздний) | 1080 |  | Венд V | 650 | 80 |  |
| Рифей |  |  | 1000 |  |
| Нижний  (ранний) | 850 | Карелий |  |  | 850 |  |
| Архей Ar | Верхний  (поздний) | 650 |  |  |  |  |  |
| Нижний  (ранний) | > 400 |  |  |  |  |  |
| Азойский  (катархейский) | |  |  |  |  |  |  |

### Практическая работа 4 Атмосфера

**КАРТА 1. Температура. Осадки. Давление.**

Нанесите на контурную карту:

1. Термический экватор, укажите его определение: Термический экватор это – \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. Покажите его на карте красным цветом с указанием среднегодовой температуры.
2. Укажите места на Земном шаре, где зафиксирован абсолютный максимум и минимум температур (с указанием температуры).
3. Цветом обозначьте и подпишите тепловые пояса.
4. Выделите разным цветом и подпишите постоянные в течение года барические центры высокого и низкого давления.
5. Штриховкой разного цвета покажите сезонные центры высокого и низкого давления в Северном и Южном полушариях (зима, лето).
6. Покажите на карте область действия пассатов и муссонов (стрелками укажите направление ветров).
7. Укажите на карте широты с преобладанием западной (восточной) циркуляции у поверхности земли.
8. Обозначьте на карте места наибольшего и наименьшего количества осадков (указать величину осадков).
9. В пределах 20º - 30º в обоих полушариях находятся аридные зоны - области пустынь. Подпишите на карте эти пустыни.

**КАРТА 2. Климатические пояса и природные зоны**

1. Подпишите на карте названия климатических поясов, укажите основные климатические характеристики (температура, осадки).

2. В каждом климатическом поясе укажите преобладающий тип воздушных масс (ЭВМ, ТВМ, УВМ (мУВМ, кУВМ), АВМ).

3. Выделите разным цветом природные зоны умеренного пояса в Северном полушарии. Объясните расположение границ природных зон умеренного пояса Северной Америки и Евразии.

4. Подпишите пустыни умеренного пояса.

### Практическая работа 5. Гидросфера Земли

Нанесите на контурную карту:

* 1. На контурной карте мира проведите главный водораздел Земли, отделяющий бассейны Тихого и Индийского океанов от бассейнов Атлантического и Северного Ледовитого океанов и подпишите его основные элементы. Выделите бессточные области.
  2. Бассейны разных океанов и бессточные области закрасить разным цветом. Сравните площади разных бассейнов и бессточных областей между собой. Укажите, на каких материках бессточные области пользуются наибольшим распространением.
  3. Дайте физико-географическое описание одной из крупнейших рек мира (таблица, номер соответствует номеру в журнале), пользуясь картой и дополнительной литературой, по следующему типовому плану:

1. название, длина;
2. географическое положение;
3. исток, устье, притоки, бассейн;
4. направление течения;
5. характер течения в зависимости от рельефа, уклон;
6. характер питания,
7. хозяйственное значение.

4. Подпишите на карте следующие реки:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1.Амазонка | 9.Лимпопо | Салуин | Шари | 24.Евфрат |
| Жапура | 10.Лена | Саскачеван | Шат-эль-Араб | Замбези |
| Мараньон | Алдан | 16.Святого Лаврентия | 20.Эльба | Или |
| Риу-Негру | Вилюй | Сена | Эмба | 25.Инд |
| 2.Амударья | Витим | 17.Сенегал | Юкон | Иравади |
| 3.Амур | 11.Макензи | Северная Двина | Яна | 26.Колорадо |
| Сунгари | Меконг | Сырдарья | 21.Янцзы | 27.Колумбия |
| Уссури | 12.Миссисипи | Тарим | Ишим | Колыма |
| 4.Атабаска | Муррей | 18.Темза | Окаванго | 28.Конго |
| 5.Ганг | 13.Дарлинг | Тахо | 22.Оранжевая | Луалаба |
| 6.Гаронна | Ниагара | Тигр | Ориноко | Убанги |
| Годавари | 14.Нигер | Рио-Гранде | Хуанхэ | 29.Кура |
| Рейн | Нил | 19.Урал | 23.Печора | Куперс-Крик |
| 7.Дунай | 15.Обь | Фрейзер | Парана | 30.Уругвай |
| 8.Енисей | Иртыш | Хатанга | Парагвай | По |

5. Контуром покажите бассейны рек Амазонка, Волга, Енисей, Лена, Муррей, Парана. К каким природным зонам относятся бассейны этих рек?

6. Подпишите на карте следующие озера (таблица). Обозначьте сточные, бессточные и озера с перемежающимся стоком.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1.Алаколь | 19.Иди-Амин-Дада | 37.Поянху |
| 2.Аральское | 20.Иссык-Куль | 38.Рудольф |
| 3.Атабаска | 21.Каспийское | 39.Севан |
| 4.Большое Медвежье | 22.Каракуль | 40.Титикака |
| 5.Большое Невольничье | 23.Кукунор | 41.Тенгиз |
| 6.Большое Соленое | 24.Киву | 42.Тана |
| 7.Балхаш | 25.Ладожское | 43.Туз |
| 8.Баскунчак | 26.Мичиган | 44.Тайху |
| 9.Байкал | 27.Лобнор | 45.Танганьика |
| 10.Балатон | 28.Мверу | 46.Таймыр |
| 11.Ван | 29.Мобуту-Сесе-Секо (Альберт) | 47.Урмия |
| 12.Венерн | 30.Маракайбо | 48.Ханка |
| 13.Верхнее | 31.Никарагуа | 49.Чаны |
| 14.Веттерн | 32.Ньяса | 50.Чад |
| 15.Виннипег | 33.Онежское | 51.Эльтон |
| 16.Виктория | 34.Онтарио | 52.Эри |
| 17.Гурон | 35.Оленье | 53.Эйр |
| 18.Зайсан | 36.Поопо | 54.Нарочь |

7.Покажите на карте водопады (таблица), выделите самый высокий, самый мощный и самый широкий водопады.

|  |  |
| --- | --- |
| 1.Анхель | 6.Кон |
| 2.Виктория | 7.Кукенан |
| 3.Гуайра | 8.Ниагарский |
| 4.Игуасу | 9.Тугела |
| 5.Йосемитский | 10.Сатерленд |

### Практическая работа 6.

**Построение комплексного физико-географического профиля по заданному меридиану**

Основная цель по построению комплексного физико-географического профиля (КФГП) через большие территории – закрепить у студентов полученные из курса «Общее землеведение» представления о зональной структуре географической оболочки земного шара, а также привить им навыки пользования картами различного назначения (общими и специальными). Пример профиля изображен на рисунке 17.

Выбор именно этого вида работы обусловлен следующими соображениями:

– профиль, проходящий по меридиану (либо в Северном, либо в Южном полушариях), захватывает несколько географических поясов и зон;

– в ходе работы над построением КФГП, отражающего распределение и взаимное сочетание основных компонентов географической оболочки (рельеф, климат и др.), привлекаются различные карты – гипсометрические, тектонические, атмосферных осадков, изотерм, изобар, что позволяет студентам получить навыки работы с картами различного типа; переходить от плоскостного изображения (на карте) к рельефному (на профиле), находить не только качественное, но и количественное выражение географических явлений и т.д.;

– работа над профилем выполняется строго индивидуально: каждый профиль строится по одному из меридианов земного шара, что обеспечивает самостоятельность выполнения задания.

Для правильного понимания конкретного картографического материала следует привлекать дополнительные литературные источники по указанию преподавателя.

После того, как на профиль нанесены все основные природные элементы, имеющие зональный характер распределения, необходимо сопоставить соотношение этих элементов на профиле, установить их взаимосвязь и взаимообусловленность и выделить выявившиеся таким образом географические пояса и зоны.

В завершение этой работы каждым студентом составляется пояснение к КФГП, в котором дается краткий анализ рельефа, тектонического строения, климата, а также обоснование выделения климатических поясов и природных зон, объясняются некоторые местные отклонения от зональности, вызванные особенностями того или иного сочетания природных условий (по заданному меридиану).

Заканчивая работу над вычерчиванием КФГП, необходимо составить систему условных знаков, так, чтобы можно было прочесть и расшифровать все элементы, нанесенные на профиль (температура воздуха, осадки и т.д.). Для условных знаков (легенды) применяется тот же способ изображения, что и для соответствующих элементов на профиле. Помещаются они на том же листе внизу или сбоку чертежа. Следует указать также горизонтальный масштаб.

Вверху чертежа дается название работы:

***Комплексный физико-географический профиль по линии меридиана 40º в.д.***

В нижнем правом углу чертежа указывается, кем и когда выполнена работа, например:

***Работа выполнена студентом 1 курса***

***1 группы геолого-географического факультета***

***Петровым Н.В.***

На титульном листе объяснительной записки следует указать ее полное название, например:

***Описание (анализ)***

***комплексного физико-географического профиля***

***по линии меридиана 40º в.д.***

***студента 1 курса 1 группы***

***географического факультета***

***Петрова Н.В.***

Работа над построением КФГП складывается из выполнения ряда заданий (4) по темам. По каждой теме прорабатываются соответствующие разделы курса и рекомендованная литература, а затем выполняется графическая работа, которая является частью будущего КФГП.

**Таблица 8 – Варианты заданий по построению КФГП**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вариант (номер в журнале) | Меридиан | Полушарие |
| 1 | 120 в.д. | СП |
| 2 | 110 в.д. | СП |
| 3 | 100 в.д. | СП |
| 4 | 90 в.д. | СП |
| 5 | 80 в.д. | СП |
| 6 | 70 в.д. | СП |
| 7 | 60 в.д. | СП |
| 8 | 50 в.д. | СП |
| 9 | 40 в.д. | СП |
| 10 | 30 в.д. | СП |
| 11 | 20 в.д. | СП |
| 12 | 10 в.д. | СП |
| 13 | 0 | СП |
| 14 | 80 з.д. | СП |
| 15 | 100 з.д. | СП |
| 16 | 120 з.д. | СП |
| 17 | 60 з.д. | ЮП |
| 18 | 20 в.д. | ЮП |
| 19 | 10 в.д. | ЮП |
| 20 | 70 з.д. | ЮП |
| 21 | 50 з.д. | ЮП |
| 22 | 130 в.д. | ЮП |
| 23 | 120 в.д. | ЮП |
| 24 | 140 в.д. | ЮП |
| 25 | 30 в.д. | ЮП |
| 26 | 40 в.д. | ЮП |
| 27 | 130 в.д. | СП |
| 28 | 140 в.д. | СП |

**1 Построение КФГП**

***Ход занятия:*** 1) построение гипсометрического профиля по заданному меридиану; 2) построение тектонической шкалы по заданному меридиану

***Материалы и оборудование:*** физическая карта мира масштаба 1: 15 000 000; лист миллиметровой бумаги, циркуль, линейка, простой карандаш.

**Построение гипсометрического профиля**

Профиль – изображение вертикального разреза местности по определенному направлению. Он может быть составлен как по данным полевых измерений, так и по карте, на которой изображены изолинии высот и глубин – изогипсы и изобаты. Изогипсы и изобаты ещё называют горизонталями, так как они отмечают уровни, параллельные горизонту. Студенты строят профиль вдоль меридиана, указанного преподавателем, от Северного полюса до экватора**,** пользуясь Физической картой мира масштаба 1: 15 000 000.

Для выполнения работы необходимо иметь лист миллиметровой бумаги, на которой наносятся координатные оси:

а) горизонтальная линия, или линия нуля, соответствующая уровню океана, она же ось абсцисс;

б) вертикальная линия, или линия высот и глубин, она же ось ординат.

Вертикальная линия проводится с левой стороны листа и разбивается на деления, соответствующие градациям высот суши и глубин океана в масштабе 1: 100 000 (1 см – 1000 м).

Горизонтальная линия проводится вдоль листа в нижней его части на расстоянии 30 см от нижнего края. Вдоль нее последовательно откладываются в масштабе 1: 20 000 000 (1 см – 200 км) расстояния между точками пересечения линии меридиана с горизонталями. Начальной точкой измерения является точка Северного полюса.

Определение высот и глубин производится соответственно цифровым обозначениям на горизонталях, а также по шкале, находящейся за рамкой карты.

При составлении профиля по карте измеряются расстояния между точками пересечения линии профиля (в нашем случае – линии меридиана) с горизонталями. Эти расстояния в определенном масштабе последовательно откладываются по оси абсцисс, и в конце каждого отрезка восстанавливается (если это суша) или опускается (если это дно океана) перпендикуляр. На этих вертикальных линиях, в свою очередь, откладываются в определенном масштабе отрезки, длина которых соответствует высоте (или глубине) залегания той горизонтали, которая в данной точке пересекается с линией профиля.

Полученный ряд точек, расположенных на различной высоте и глубине, соединяют плавной линией, которая и будет являться искомой линией рельефа. Она дает обобщенное изображение рельефа поверхности суши и океанического дна в вертикальном разрезе.

На профиле должны быть выделены заметные точки (вершины гор, пересечения рек и др.). Они послужат дополнительными ориентирами при дальнейшей работе над профилем (нанесении остальных компонентов ландшафта – климатических характеристик и т.д.). Основным же ориентиром является широтное положение той или иной составной части географической оболочки, поэтому на чертеже в нижней части листа должны быть отмечены географические широты не реже, чем через 10º (в строгом соответствии с положением пересекаемых ими элементов рельефа).

При построении линии рельефа часто возникает вопрос, как высоко поднимать или как низко опускать линию при соединении двух точек одинаковой высоты, учитывая, что градации высот на мелкомасштабных картах обычно довольно велики (от 200 до 2000 м).

Здесь может прийти на помощь внимательное изучение самой карты: если непосредственно вблизи линии, по которой строится профиль, проходит следующая по величине горизонталь, то можно поднять линию рельефа до предела, допускаемого данной градацией высот. Рекомендуется также пользоваться для справок крупномасштабными и более подробными картами того или иного участка пересекаемой профилем местности. В остальных случаях следует принять среднее значение высоты (или глубины). Так, если требуется соединить две точки пересечения, имеющие отметку 2000 м, а между ними лежит участок карты, раскраска которого соответствует высотам от 2000 до 3000 м, то линия рельефа между этими двумя точками на чертеже должна быть поднята до 2500 м.

Под гипсометрическим профилем необходимо показать тектонические структуры. Для этого непосредственно ниже нулевой линии профиля по всей его длине следует начертить шкалу шириной 1 см и, пользуясь тектонической картой, разделить её (с учётом масштаба) на участки, соответствующие на профиле областям различной складчатости и более дробным подразделениям этих областей. Тектоническая шкала закрашивается в соответствии с легендой тектонической карты.

**2 Атмосфера. Построение КФГП**

**Ход занятия:** нанести на КФГП основные климатические характеристики: температуру (январь, июль), давление (январь, июль), осадки.

**Исходные материалы:** КФГП (гипсометрический профиль), климатические карты: распределения температур (январь, июль), давления (январь, июль), осадков (комплект карт по «Общему землеведению»); циркуль, линейка, простой карандаш, географические атласы, «Рабочая тетрадь».

**Нанесение на профиль основных климатических характеристик**

Распределение основных метеорологических элементов на земном шаре имеет отчетливо выраженные черты зональности. Температура и давление воздуха, годовое количество осадков, хотя и варьируют в значительных пределах в зависимости от местных условий (чередование суши и моря, наличие горных поднятий и т.д.), однако при движении вдоль меридиана от высоких к низким широтам четко прослеживаются изменения количественного их выражения, обуславливающие изменение всех остальных компонентов ландшафтов.

В распределении температур и осадков по земной поверхности, кроме влияния географической широты, сильно сказывается связь с рельефом, морскими течениями, наличием больших материковых пространств и т.д., что отчетливо видно при составлении комплексного физико-географического профиля.

**Нанесение на профиль кривых распределения средних температур января и июля по заданному меридиану**

Для построения кривых распределения температур проводятся две осевые линии: одна – параллельно горизонтальной линии профиля (линия абсцисс), на расстоянии 8 см над нею вдоль всего чертежа; другая – перпендикулярно к ней в левой начальной стороне чертежа. Горизонтальная линия является линией нулевых температур, вертикальная разбивается на равные деления, соответствующие в определенном масштабе единицам температуры.

Рекомендуемый масштаб: 1 см – 8 ºС.

Необходимые данные о среднемесячных температурах получают, используя соответствующие карты в географических атласах или изданные отдельным тиражом климатические карты мира.

По карте определяется широтное положение точек пересечения нужного меридиана с изотермами. Эти точки наносятся на линию нуля температур, определяя их положение на профиле. Затем, согласно делениям на вертикали, откладываются расстояния вверх и вниз от горизонтальной линии, учитывая цифровое выражение изотермы. Полученные точки определяют положение кривой. Точки будут расположены выше горизонтальной линии, если температура положительная, и ниже ее, если температура отрицательная.

Точки соединяются плавной линией, которая является искомой кривой распределения среднемесячных температур вдоль меридиана. График распределения температур состоит из двух кривых – температуры июля и января. Каждая кривая дается разным цветом.

**Построение кривых распределения по меридиану среднего значения давления воздуха в январе и июле**

Для построения кривых распределения давления также проводятся две осевые линии – вертикальная и горизонтальная. Последняя является линией нормального давления и располагается на расстоянии 10 см от линии нуля температур. На вертикальной линии наносятся деления, соответствующие единицам давления в определенном масштабе.

Рекомендуемый масштаб: 1 см – 3 гПа.

Методика построения кривых давления та же, что и кривых температур. График распределения давления также состоит их двух кривых – давления воздуха в январе и июле.

**Распределение атмосферной влаги в географической оболочке.**

Построение на профиле графика распределения годовых сумм атмосферных осадков

Географическое распределение осадков по поверхности земли тесно связано с циркуляцией атмосферы. Там, где воздух преимущественно поднимается, осадков много, что вызывается его адиабатическим охлаждением. Опускание воздушных масс и связанное с ним адиабатическое нагревание ведет к резкому уменьшению количества осадков. Развитие циклонической деятельности и обусловленное этим вытеснение теплого воздуха в более высокие части тропосферы (фронтальные процессы) увеличивает количество осадков. В антициклонах воздух опускается, поэтому повышенное давление атмосферы сопровождается уменьшением количества осадков.

Осадки связаны также с рельефом, теплыми и холодными океаническими течениями, муссонными ветрами. Горные хребты, заставляя воздушные массы подниматься, обостряют фронтальные процессы и вызывают осадки на наветренных склонах. Теплые морские течения нагревают воздух, способствуя его поднятию и выпадению осадков. Над холодными течениями охлажденный воздух опускается, что препятствует образованию осадков. Муссонные ветры побережья, проникая летом на нагретый материк со сравнительно холодного океана, приносят влагу; зимний муссон дует с охлажденной суши в сторону теплого океана и осадков не приносит.

Для построения графика распределения годовых сумм осадков на чертеже также проводятся две осевые линии – горизонтальная и вертикальная (отсчеты по вертикали ведутся только в одну сторону).

Рекомендуемый масштаб: 1 см – 100 мм осадков.

Точки, определяющие положение кривой осадков, получают при пересечении на карте линии заданного меридиана с изогиетами (линиями равного количества осадков). Они также соединяются плавной линией.

Горизонтальный масштаб для графиков температур, давления и осадков такой же, как и для всего профиля. Точки, по которым строятся кривые, определяются по широтам.

При выполнении заданий по второй теме следует иметь в виду необходимость тщательного определения (по широтам и дополнительным ориентирам в виде гор, рек и береговых линий) положения точек на горизонтальной линии, так как изменение величин температуры и осадков очень часто зависит от рельефа и направления воздушных течений. Все эти изменения должны логически соответствовать профилю гипсометрической поверхности.

**3. Географическая оболочка.**

**Ход занятия:** нанести на КФГП климатические пояса, почвенный покров и природные зоны

**Исходные материалы:** КФГП, карты климатических поясов, карта почвенного покрова и природных зон (комплект карт по «Общему землеведению»), циркуль, линейка.

**Выделение климатических поясов, почвенного покров и природных зон**

Выделить на КФГП климатические пояса, почвенный покров и природные зоны – значит понять закономерности сочетания основных компонентов географической оболочки и наметить границы, где один комплекс географических явлений планетарного масштаба сменяется другим.

Каждый климатический пояс характеризуется, прежде всего, величиной радиационного баланса и типом атмосферной циркуляции. Географические зоны наиболее наглядно различаются характером растительного покрова, поэтому и названия большинства зон соответствуют типу растительности (зона степи, зона лесов и т.д.). Разные типы растительности соответствуют разным условиям увлажнения и температурного режима. Большинству географических зон соответствует тип почв.

На КФГП климатические пояса, почвенный покров и природные зоны показывают в виде шкал шириной 1 см, которые строятся внизу чертежа параллельно горизонтальной линии профиля на расстоянии 4-5 см от нее (между шкалами отступают 2 см).

Для характеристики природных условий Мирового океана основными показателями являются температура и соленость морской воды, а также особенности ее циркуляции. Физические свойства воды обусловливают незначительность колебаний и постепенность изменений температуры и других показателей по сравнению с сушей, что приводит к гораздо большему однообразию среды, в результате чего физико-географические границы в океане выражены менее четко. Поэтому в Мировом океане различают только климатические пояса без подразделения на природные зоны.

При определении положения границ климатических поясов следует руководствоваться картой климатических поясов и природных зон земного шара. При этом следует иметь ввиду, что эта карта более мелкомасштабна, чем составляемый КФГП, следовательно, и более генерализована. Поэтому для уточнения положения границ на суше необходимо использовать карты распространения зональных типов растительности, а на океанах пользоваться данными о количестве атмосферных осадков и величине солености морской воды.

Выделение внутри поясов природных зон следует делать только для участков профиля, пересекающих сушу. Различные климатические пояса неравноценны по количеству входящих в них зон. Есть пояса, насчитывающие много различных зон не только при пересечении пояса с севера на юг, но и в зависимости от того, в каком секторе расположены зоны – западном, центральном или восточном. Наряду с этим есть пояса с преобладающим значением одной какой-либо зоны, например, экваториальный пояс, в котором наибольшее распространение получили постоянно влажные вечнозеленые леса (гилеи).

Следует иметь в виду, что разнообразие климатических и других природных условий является также следствием влияния рельефа. Горы не только вызывают появление высотных зон, но часто оказывают существенное влияние на распределение влаги и других показателей, как на склонах, так и в пределах прилегающих низменностей и межгорных котловин.

Влияние рельефа настолько велико, что может даже вызвать меридиональное простирание географических зон или расположение их в виде отдельных пятен. Пример этого мы видим в расположении зон смешанных и лиственных лесов, а также степей и лесостепи умеренного и субтропического поясов на материке Северной Америки, где эти зоны имеют меридиональное протяжение; или же сложное мозаичное чередование зон жестколистных вечнозеленых лесов, полупустынь и сухих степей субтропического пояса на Пиренейском полуострове.

Учитывая это, при выделении на КФГП природных зон, прежде всего, следует внимательно рассмотреть карту растительности, сравнив ее с гипсометрической (физической) картой. Нужно ясно себе представить, где смена типов растительности обусловлена закономерностями горизонтальной зональности, а где наличием гор, учитывая при этом направленность горных склонов относительно преобладающих воздушных течений.

Те климатические пояса, в которых природные зоны имеют хорошо выраженное простирание с запада на восток, должны быть на профиле разделены на соответствующие зоны. Если зоны внутри пояса расположены мозаично (например, на полуостровах Пиренейском, Малоазиатском, Индокитайском и др.), можно не выделять на профиле внутри этого пояса зоны, но в названии подчеркнуть общий характер природных условий и секторность пояса. Так, на профиле, проходящем по Пиренейскому полуострову, субтропический пояс можно не расчленять на отдельные зоны, отразив особенности его природы в названии, а именно: «Пояс субтропиков средиземноморского типа». Это относится также к любому профилю, пересекающему Средиземное море. В случае, если две близкие зоны не имеют ясно выраженной границы, заходя языками одна в область другой (например, степи и лесостепи) так, что на профиле несколько раз чередуются участки то одной, то другой зоны, - можно объединить обе зоны, дав им общее название (например, «Зона степи и лесостепи»). Однако таким объединением двух зон в одну с общим названием не следует злоупотреблять, прибегая к этому лишь в случае невозможности избежать повторного выделения на профиле одних и тех же зон.

Изменение в типах растительности, возникающие на склонах гор, не следует учитывать при выделении на профиле горизонтальных географических зон. Эти изменения обусловлены проявлением высотной зональности, выражающейся закономерной сменой природных явлений с высотой в горах: меняются климатические условия и вместе с ними все остальные компоненты ландшафта, вплоть до рельефообразующих процессов. Нижняя из высотных зон, как правило, обладает ландшафтом, типичным для горизонтальной зоны, в которой находится данная горная система. Вышележащие зоны сменяют одна другую, напоминая горизонтальные зоны, расположенные севернее. Однако высотные зоны не являются полным аналогом широтных. Каждой широтной зоне соответствует свой набор (спектр) высотных зон. Поэтому и не следует выделять эти изменения в виде отдельных зон на меридиональном профиле, посвященном выявлению закономерностей горизонтальной географической зональности. Такое включение территорий, занятых разнообразными высотными зонами, в одну из горизонтальных зон должно быть специально оговорено в пояснительной записке, прилагаемой к КФГП, со ссылкой на тип высотной поясности, характеризующей смену основных высотных зон в данной местности.

Из сказанного не следует, что высокогорные ландшафты как проявление высотной зональности надо всегда включать в соответствующую широтную зону. В тех случаях, когда горные системы настолько обширны, что возникшие на их склонах ландшафты соответствующих высотных зон целиком (или почти целиком) вытесняют на значительных территориях ландшафты соответствующих горизонтальных зон, необходимо выделить на профиле зоны, в названии которых подчеркивалась бы зависимость данного типа ландшафта от наличия горного рельефа (например, в южной части Сибири к востоку от Енисея отсутствует зона степи и почти отсутствует зона лесостепи, причина – наличие гор и возникновение горной тайги, а на высоких хребтах и горной тундры).

Таким образом, выделение на КФГП климатических поясов и зон требует от студентов внимательного ознакомления с картами рельефа, климата, растительности, почв, сопоставления их между собой, а также привлечения всего материала, известного из курса «Общее землеведение», и рекомендованной литературы.

Пример комплексного физико-географического профиля приведен на рисунке 17.

**4 Анализ КФГП**

**Цель занятия:** проанализировать, представленный на КФГП материал, систематизировать данные, которые нашли отражение на составленном меридиональном профиле, сопоставляя их с теоретическими знаниями, полученными из курса лекций, учебных пособий и литературных источников.

**Исходные материалы:** КФГП, физическая карта мира (масштаб 1: 15 000 000), географические атласы, учебные пособия.

**Описание (анализ) комплексного физико-географического профиля**

Заключительным этапом работы над КФГП является его описание. Само название этого раздела работы говорит о том значении, которое придается анализу фактического материала, графически представленного на профиле. Для раскрытия причинных связей географических явлений, для показа закономерных комплексных сочетаний основных компонентов географической оболочки необходимо проанализировать представленный на профиле фактический материал. В ходе анализа КФГП студент приводит в систему не только те данные, которые нашли отражение на составленном меридиональном профиле, но и сопоставляет их с теоретическими знаниями, полученными из курса лекций, учебных пособий и литературных источников.

В описании КФГП должны быть сформулированы в общем виде те закономерности планетарного масштаба, которые были положены в основу построения профиля: закон географической зональности; закономерности распределения температуры, давления, осадков по земной поверхности. Следует указать, какие отклонения от зонального распределения природных явлений могут наблюдаться, и по каким причинам. Затем следует перейти к характеристике и анализу тех климатических поясов, почвенного покрова и природных зон, которые нашли отражение на данном меридиональном профиле. Каждый пояс и зона должны быть охарактеризованы, прежде всего, теми показателями, которые нанесены на профиль (температура и давление воздуха в январе и июле, количество атмосферных осадков). Необходимо привлечь материал и из литературных источников, однако, не следует перегружать текст обилием фактического материала. Необходимо помнить, что составляется не описание территории, а пояснение (анализ) к уже вычерченному КФГП. Следовательно, характеристика должна быть краткой, подчеркивая основные для данного климатического пояса (зоны) элементы природных условий. Фактические данные сопровождаются кратким анализом, цель которого – раскрыть основные закономерности физико-географических процессов, выделить главное в ходе географических явлений, определяющих типичный облик природы каждой зоны.

Прежде всего, необходимо представить себе соотношение тепла и влаги в каждом климатическом поясе и тесно связанные с ними движения воздушных масс, потому что именно эти элементы дают первые предпосылки для расчленения географической оболочки на пояса и затем – зоны. При этом важно иметь ввиду, что климатические характеристики каждого пояса различаются не только количеством тепла, но и особенностями циркуляции атмосферы (иногда перемещение уже нагретых воздушных масс играет большую роль, чем непосредственный приход тепла от солнечной радиации).

В экваториальных и полярных областях климат определяется преимущественно радиационным балансом (соотношением поступления и расхода солнечного тепла), положительным или отрицательным, т.е. термическими причинами. В умеренных и тропических поясах климат определяется в значительной мере условиями циркуляции атмосферы, т.е. причинами не только термическими, но и динамическими.

Характеристика каждого климатического пояса должна сопровождаться фактическим материалом с последующим его анализом, основанным на закономерностях, присущих данному поясу и зоне. В тех случаях, когда профиль пересекает горные страны, в описании необходимо особо отметить изменения почвенного покрова и природных зон с поднятием в горы (не выделяя на профиле эти изменения в самостоятельные зоны).

Описание КФГП заканчивается кратким резюме, в котором в самых общих чертах подытоживается проявление закона географической зональности и взаимосвязанности географических явлений, в том виде, как это нашло отражение на данном меридиональном профиле.

**Примерный план описания КФГП:**

1. Характеристика рельефа (гипсометрический профиль) и тектоники.

2. Тепловой режим

а) основные закономерности распределения температур по земной поверхности;

б) описание кривых распределения средних температур января и июля по заданному меридиану.

3. Динамика атмосферы:

а) общие закономерности распределения давления по земной поверхности;

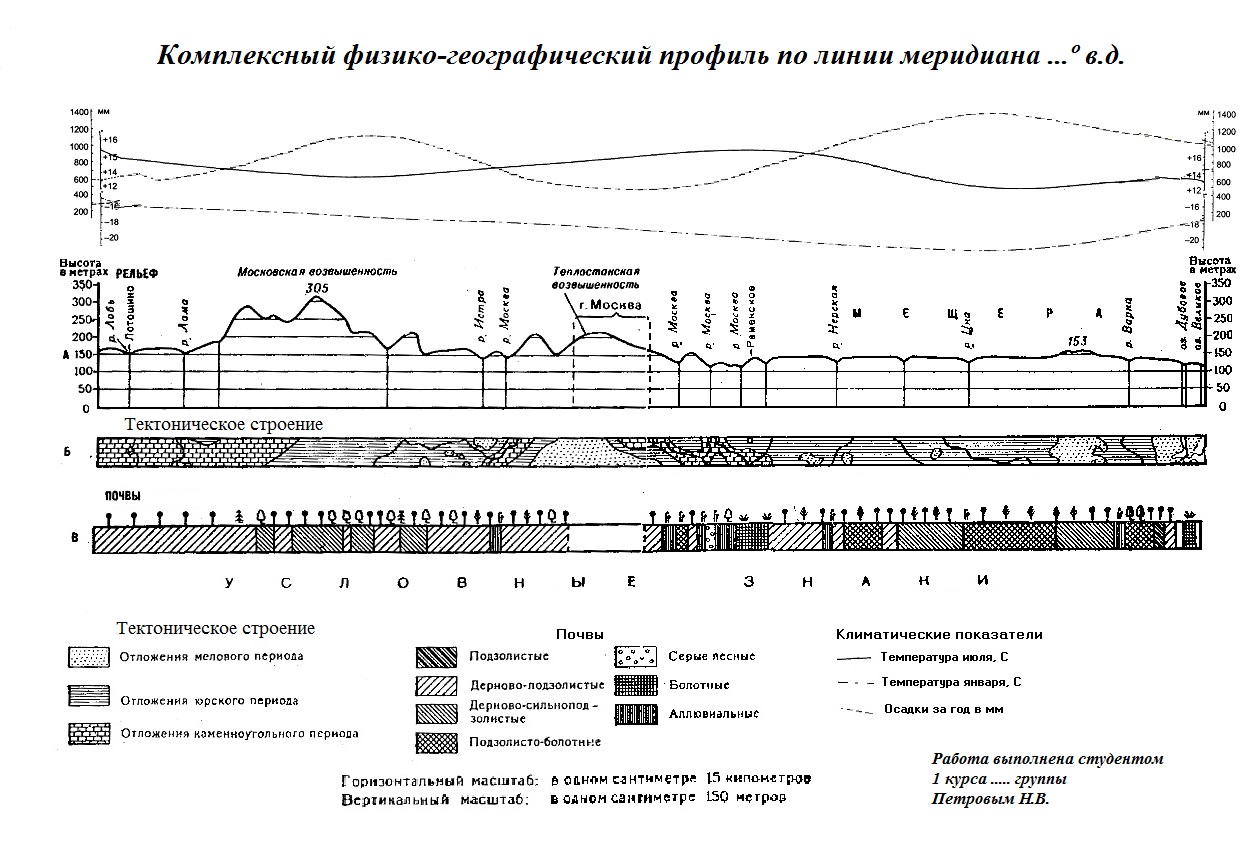
б) описание кривых распределения по меридиану среднего значения давления воздуха в январе и июле по заданному меридиану.

4. Распределение осадков

а) общие закономерности распределения атмосферной влаги в географической оболочке;

б) описание графика распределения годовых сумм атмосферных осадков.

5. Выделение климатических поясов, почвенного покрова и природных зон на КФГП по совокупности взаимодействующих компонентов географической оболочки.



**Рисунок 17 – Пример комплексного физико-географического профиля**

## 2.2 Задания для семинарских занятий

### Тема 1. География в системе наук о Земле

***Цель занятия:*** систематизировать и закрепить знания студентов о географии в системе наук о Земле, этапах ее развития и методах исследования.

**Вопросы для рассмотрения:**

1. Место курса «Общее землеведение» в системе географических наук, объект, предмет исследования, задачи.
2. Общая характеристика географической оболочки, как объекта исследования «Общего землеведения».
3. Особенности формирования географической науки: длительность сбора информации, картографический метод.
4. Дифференциация географии, становление частных географических дисциплин.
5. Зарождение и развитие учения о географической оболочке, вклад А. Гумбольдта, В.В. Докучаева, Л.С. Берга, А.А. Григорьева, В.И. Вернадского, С.В. Калесника.
6. Формирование общеземлеведческих знаний, связь с другими науками.
7. Современные методы исследования географической оболочки: космический, глобального мониторинга, прогнозирования, моделирования и др.

### Тема 4. Литосфера – твердая оболочка Земли

***Цель занятия:*** систематизировать и закрепить знания студентов о строении и основных параметрах литосферы, её свойствах и протекающих в ней процессах.

***Вопросы для рассмотрения:***

* 1. Понятие о литосфере, её горизонтальное и вертикальное строение и основные численные параметры.
  2. История формирования «каменной» оболочки Земли. Геохронологическая шкала.
  3. Современные методы изучения состава и строения литосферы.
  4. Современные концепции развития литосферы (общий обзор).
  5. Современные модификации теории фиксизма
  6. Новая глобальная тектоника
  7. Плюмовая тектоника.
  8. Типы земной коры, их географическое распространение.
  9. Генезис земной коры океанического типа (рифтогенез).
  10. Мегарельеф Земли. Гипсографическая кривая.
  11. Движение литосферы, типы движений. Явление изостазии.
  12. Эпейрогенез, его проявления в литосфере.
  13. Орогенез, его проявления в литосфере.
  14. Условия, факторы и процессы рельефообразования.
  15. Роль хозяйственной деятельности человека в инициировании и активизации процессов рельефообразования.
  16. Понятие о геотектуре, морфоструктуре и морфоскульптуре, факторы их образования.
  17. Основные типы морфоструктур и морфоскульптур и их распространение.
  18. Платформы: строение, географическое распространение, роль в строении литосферы.
  19. Геосинклинали: строение, эволюция, географическое распространение.
  20. Эпохи горообразования, их влияние на эволюцию географической оболочки.
  21. Экзогенные процессы в литосфере. Деятельность поверхностных и подземных вод, ледников, ветра, волн.
  22. Экзогенные процессы в литосфере. Процессы выветривания.
  23. Горы, их происхождение и классификация.
  24. Географическое распространение горных систем разного возраста.
  25. Равнины, их морфологические и морфометрические характеристики и происхождение. Классификации равнин.
  26. Закономерности размещения горных систем, нагорий, плато, равнин, низменностей.
  27. Рельеф дна Мирового океана и его основные морфоструктурные единицы.
  28. Вулканизм, его географическое распространение и причины.
  29. Землетрясения, их географическое распространение и причины.

### Тема 5. Атмосфера – воздушная оболочка Земли

***Цель занятия:*** систематизировать и закрепить знания студентов о строении и основных параметрах атмосферы, её свойствах и протекающих в ней процессах.

***Вопросы для рассмотрения:***

1. Происхождение, состав и строение атмосферы. Значение атмосферы в географической оболочке.
2. Солнечная радиация: понятие, виды, численные характеристики. Распределение солнечной радиации вне атмосферы. Солнечная постоянная.
3. Изменение солнечной радиации в атмосфере. Суммарная радиация и ее распределение по Земле.
4. Радиационный баланс подстилающей поверхности и атмосферы: понятие, формула. Годовой, январский и июльский радиационный баланс.
5. Тепловой баланс подстилающей поверхности: понятие, формула. Годовой, январский и июльский тепловой баланс.
6. Тепловой режим подстилающей поверхности и атмосферы.
7. Распределение тепла у земной поверхности. Типы годового хода температуры воздуха.
8. Тепловые пояса земного шара.
9. Вода в атмосфере. Испарение и испаряемость.
10. Характеристики влажности воздуха, и их зависимость от температуры. Абсолютная и относительная влажность воздуха на разных широтах.
11. Облака, условия их образования, генетические типы.
12. Атмосферные осадки: виды, образование, типы годового режима. Закономерности распределения осадков по земной поверхности.
13. Атмосферное давление: понятие, характеристики. Барическая ступень. Горизонтальный барический градиент и его значение.
14. Планетарная схема распределения давления у земной поверхности. Центры действия атмосферы (постоянные и сезонные).
15. Общая циркуляция атмосферы: понятие, структура. Факторы, ее определяющие.
16. Циклоны, их образование и развитие. Классификация циклонов. Погода в циклоне.
17. Антициклоны, их образование и развитие. Классификация антициклонов. Погода в антициклоне.
18. Воздушные массы: понятие, типы. Струйные течения. Понятие атмосферного фронта, типы фронтов.
19. Ветер: понятие, характеристики, определяющие факторы. Местные ветры.
20. Планетарная система господствующих ветров. Ячейки циркуляции.
21. Погода: понятие, элементы. Генетические и комплексные типы погод. Служба погоды. Предсказание погоды.
22. Климат: понятие, процессы и факторы формирования. Проблема изменения климата.
23. Современные классификации климатов: основание, структура, принципы.
24. Классификация климатов Б. П. Алисова. Климатические пояса и области.

### Тема 6. Гидросфера Земли

***Цель занятия:*** систематизировать и закрепить знания студентов о водной оболочке Земли, её современном состоянии и структурных элементах.

***Вопросы для рассмотрения:***

1. Понятие о гидросфере, её происхождение и эволюция.
2. Объём и строение гидросферы Земли.
3. Физические и химические свойства природных вод и их значение для природных процессов.
4. Круговорот воды в природе, его роль в географической оболочке. Мировой водный баланс, его составляющие.
5. Мировой океан и его составные части. Классификация морей, заливов, проливов.
6. Уровенная поверхность океанов и морей, причины ее колебаний. Кратковременные и сезонные колебания уровня.
7. Распределение температуры на поверхности Мирового океана. Распределение температуры воды по глубине. Условия замерзания морской воды.
8. Солевой состав и соленость океанских вод.
9. Волнение в океанах и морях. Генетическая классификация волн. Катастрофические проявления волнения (цунами).
10. Приливы, их виды и образование. Роль океанских приливов в географической оболочке.
11. Океанические течения и их генетическая классификация. Значение течений для процессов, протекающих в географической оболочке.
12. Общая схема поверхностных океанических течений.
13. Водные массы Мирового океана и их основные типы. Главные океанологические фронты.
14. Океан как среда жизни. Биологическая структура океана.
15. Физико-географические зоны Мирового океана и их характеристика.
16. Биологические ресурсы океанов и морей, их воспроизводство и использование.
17. Химические, минеральные и энергетические ресурсы Мирового океана и их использование.
18. Современные исследования океанов и морей.
19. Охрана вод Мирового океана.
20. Подземные воды: условия их образования, происхождение и классификация. Природно-хозяйственное значение подземных вод, пути их рационального использования и охрана.
21. Реки, их классификация. Природно-хозяйственное значение рек, пути их рационального использования и охрана.
22. Водохранилища, способы их создания и классификация. Воздействие водохранилищ на окружающую среду. Хозяйственное значение водохранилищ.
23. Озера, их происхождение и распространение. Природно-хозяйственное значение озер, пути их рационального использования и охрана.
24. Болота, заболоченные земли и водоемы. Образование болот и их классификации. Закономерности в распространении болот и пути их рационального хозяйственного использования.
25. Понятия о хионосфере и снеговой границе. Условия возникновения и развития ледников.
26. Строение, характеристика и классификация ледников. Географическое распространение ледников на Земле.
27. Подземное оледенение: причины возникновения, распространение, свойства, значение для географической оболочки.

### Тема 10. Общие законы и закономерности географической оболочки

***Цель занятия:*** систематизировать и закрепить знания студентов о географической оболочке, ее законах и закономерностях.

***Вопросы для рассмотрения:***

1. Географическая оболочка: ее определение, границы, качественное своеобразие. Понятие о географическом пространстве.
2. Целостность географической оболочки и ее значение.
3. Циклические и ритмические явления в географической оболочке.
4. Зональность в географической оболочке.
5. Азональность в географической оболочке.
6. Понятие о природном компоненте и природном комплексе, их классификация. Содержание термина «ландшафт».
7. Формы изменения ПТК: функционирование, динамика, эволюция.
8. Физико-географическое районирование: понятие и системы таксономических единиц.
9. Принципы систематики природно-территориальных комплексов.
10. Антропогенно измененные ландшафты и их классификация.
11. Методы физико-географических исследований. Географический прогноз. Географический мониторинг.

### Тема 11. Антропогенные изменения географической оболочки

***Цель занятия:*** систематизировать и закрепить знания студентов о географической оболочке, ее современном состоянии и экологических проблемах.

***Вопросы для рассмотрения:***

1. Значение географической оболочки для общественного развития.
2. Воздействие человеческого общества на географическую оболочку.
3. Оценка качества окружающей среды.
4. Степень устойчивости природных комплексов и систем к антропогенному воздействию.
5. Общие понятия о природных ресурсах.
6. Общие понятия о природных условиях.
7. Глобальные изменения в географической оболочке.
8. Изменение парникового эффекта атмосферы Земли.
9. Модели климатических изменений.
10. Изменения климата и его последствия.
11. Влияние изменения климата на сельское хозяйство.
12. Влияние изменения климата на водные ресурсы.
13. Проблема изменения озонового слоя.
14. Проблема кислотных осадков.
15. Неблагоприятные и опасные природные процессы и явления.
16. Реакция Мирового океана на потепление.
17. Полярные льды и их планетарная роль.
18. Изменения ландшафтов суши.
19. Нефтяное загрязнение Океана.
20. Последствия Чернобыльской аварии
21. Кризис в Приаралье.
22. Рациональное природопользование.
23. Экологическая безопасность.
24. Влияние деятельности человека на атмосферу и климат.
25. Влияние деятельности человека на гидросферу.
26. Геоэкологические функции литосферы.
27. Основные экологические проблемы биосферы.
28. История взаимодействия человека и природы.
29. Проблема опустынивания.
30. Проблема обезлесения.
31. Проблема деградации почв.
32. Загрязнение почв тяжелыми металлами.
33. Нарушенные земли.
34. Состояние городских земель.
35. Проблема сохранения биологического разнообразия.
36. Регулирование и переброска русел рек.
37. Водные ресурсы и водообеспеченность.
38. Проблема разрушения коралловых рифов.
39. Проблема разрушения многолетней мерзлоты.
40. Таяние наземных ледников.
41. Нарушение циркуляции в Мировом океане.
42. Концепция устойчивого развития общества.
43. Региональные экологические проблемы (на примере Беларуси).

## 2.3 Курсовая работа

**ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ**

Курсовая работа по «Общему землеведению» является основной самостоятельной работой студентов и может носить реферативный (в связи с отсутствием у студента материалов личных наблюдений) или исследовательский характер. Тематика курсовых работ по «Общему землеведению» чрезвычайно разнообразна и носит преимущественно реферативный характер. Работы проблемного и исследовательского характера могут быть объединены в отдельные направления.

Цель курсовой работы – углубленное усвоение теоретического материала, полученного при изучении курса «Общее землеведение» и его практическое применение. И реферативная, и исследовательская работа требуют от студента умения:

* самостоятельно собирать, изучать и анализировать материал в рамках избранной предметной области;
* выполнять критический обзор литературы;
* излагать собственные теоретические и экспериментальные результаты;
* делать обобщения, аргументировать выводы и предложения;
* самостоятельно выполнять картографические работы.

Выбор темы курсовой работы проводится студентом самостоятельно, исходя из тематики курсовых работ, утвержденных кафедрой, а также личных интересов студентов. На курсовую работу отводится 40 часов.

**Темы курсовых работ по курсу «общее землеведение»**

1. Происхождение Солнечной системы и планеты Земля.
2. Движения Земли и их географические следствия.
3. Особенности распределения суши и океанов на Земле.
4. Форма, размеры, внутреннее строение Земли
5. Геофизические поля: магнитное и гравитационное, их роль в становлении географической оболочки.
6. Взаимодействие Земли с окружающим космосом.
7. Исследования Земли в период Эпохи Великих географических открытий.
8. Учение В.И. Вернадского о биосфере.
9. Географические идеи В.В. Докучаева и их значение.
10. Географическая оболочка, ее структура и неоднородность.
11. Зональность и азональность развития географической оболочки Земли.
12. Особенности проявления ритмических явлений в географической оболочке Земли.
13. Основные закономерности развития географической оболочки.
14. Круговороты вещества и энергии в географической оболочке Земли.
15. Этапы формирования географической оболочки.
16. Земная кора, ее развитие и типы.
17. Возраст Земли и геологическое летоисчисление.
18. Особенности и история развития структурных элементов земной коры.
19. Вулканизм на Земле и его географические следствия.
20. Сейсмические явления на Земле и их географические следствия.
21. Эндогенные и экзогенные процессы как факторы развития географической оболочки.
22. Срединно-океанические хребты и их роль в формировании рельефа Земли.
23. Дрейф континентов в геологической истории Земли.
24. Тектоника литосферных плит.
25. Палеоклимат четвертичного периода и методы его восстановления.
26. Горы, их происхождение и классификация.
27. Равнины, их характеристики, происхождение и распространение на Земле.
28. Пустыни мира как особые геосистемы.
29. Ледниковые и водно-ледниковые формы рельефа.
30. Крупнейшие пещеры мира.
31. Великие катастрофы в истории Земли.
32. Экологические проблемы литосферы.
33. Происхождение и эволюция атмосферы Земли.
34. Климатические эпохи прошлого Земли.
35. Солнечная радиация в атмосфере Земли.
36. Центры действия атмосферы, их происхождение и влияние на климат Земли.
37. Пассатная циркуляция, ее роль в географической оболочке.
38. Муссоны и их значение в формировании климатов Земли.
39. Циклоны и антициклоны и их роль в перераспределении тепла и влаги в географической оболочке.
40. Световые явления в атмосфере.
41. Местные ветры: причины возникновения и особенности распространения.
42. Снежный покров: его свойства и роль в природе.
43. Факторы формирования климата Земли.
44. Изменение климата Земли: причины и последствия.
45. Глобальное потепление климата и его географические следствия.
46. Экологические проблемы атмосферы.
47. Мировой океан: происхождение, возраст, эволюция.
48. Движение вод Мирового океана.
49. Система течений ……. океана (на выбор) и их роль в географической оболочке.
50. Цунами: причины возникновения и географические следствия.
51. Природные ресурсы Мирового океана.
52. Происхождение и распространение вод в географической оболочке.
53. Круговорот воды в природе, его роль в географической оболочке.
54. Геологическая деятельность подземных вод и карстовые процессы.
55. Речные дельты.
56. Формирование крупнейших озерных систем мира.
57. Значение озер в природе.
58. Формирование, распространение и роль болот в географической оболочке.
59. Оледенения в истории Земли.
60. Значение ледников в географической оболочке.
61. Почва – многофункциональная природная система.
62. Возникновение и развитие жизни на Земле.
63. Леса и их роль в географической оболочке.
64. Особо охраняемые природные территории мира.
65. Антропогенное воздействие на географическую оболочку Земли.

## 2.4 Минимум географических названий по дисциплине

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ пп** | **Географический объект** | | **Географическое положение** |
| **ЧАСТЬ 1. ОСТРОВА, ПОЛУОСТРОВА** | | | |
| **1. Полуострова** | | | |
|  | Аляска | | Северная Америка |
|  | Антарктический | | Антарктида |
|  | Аппенинский | | Средиземное море |
|  | Апшеронский | | Восточная оконечность Кавказа |
|  | Аравийский | | Юго-Западная Азия |
|  | Арнемленд | | на севере Австралии |
|  | Балканский | | Южная Европа |
|  | Бретань | | Северо-Запад Франции |
|  | Бутия | | на крайнем севере Серной Америки |
|  | Гыданский | | на севере Западно-Сибирской равнины |
|  | Индокитай | | Юго-Восточная Азия |
|  | Индостан | | Южная Азия |
|  | Калифорния | | Северная Америка |
|  | Камчатка | | Северо-Западная часть Тихого океана |
|  | Канин | | на севере Европейской части РФ |
|  | Кейп-Йорк | | на северо-востоке Австралии |
|  | Кенай | | на северо-западе Сев. Америки |
|  | Керченский | | Крымский полуостров |
|  | Кольский | | Северо-Запад РФ |
|  | Корея | | Восточная Азия |
|  | Корноулл | | на юго-западе Великобритании |
|  | Котантен | | на северо-западе Франции |
|  | Крымский | | Черное море |
|  | Лабрадор | | Северная Америка |
|  | Ляодунский | | на северо-востоке Китая |
|  | Малакка | | на юге Индокитая |
|  | Малая Азия | | Юго-Западная Азия |
|  | Мелвилл | | Северная Америка |
|  | Новая Шотландия | | на юго-востоке Канады |
|  | Пелопоннес | | В Греции |
|  | Пиренейский | | Средиземное море |
|  | Синайский | | между заливами Суэцким и Акаба |
|  | Скандинавский | | Северная Европа |
|  | Сомали | | Северо-Восток Африки |
|  | Сьюард | | на Аляске |
|  | Таймыр | | Бассейн Северного Ледовитого океана, |
|  | Унгава | | Северная часть полуострова [Лабрадор](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%BE%D1%80_(%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2)) |
|  | Флорида | | Юго-Восток Северной Америки |
|  | Чукотский | | Северо-Восток Евразии, территория РФ |
|  | Шаньдунский | | Восточный Китай |
|  | Юкатан | | Северная Америка, территория Мексики |
|  | Ютландия | | между Северным и Балтийским морями |
|  | Ямал | | На Севере Евразии, территория РФ |
| **2 Острова** | | | |
|  | Бисмарка архипелаг: | | к северо-востоку от Новой Гвинеи |
|  | * Адмиралтейства | | к северо-востоку от Новой Гвинеи |
|  | * Новая Британия | | к северо-востоку от Новой Гвинеи |
|  | * Новая Ирландия | | к северо-востоку от Новой Гвинеи |
|  | Большие Антильские: | | Латинская Америка |
|  | * Гаити | | Латинская Америка |
|  | * Куба | | Латинская Америка |
|  | * Пуэрто-Рико | | Латинская Америка |
|  | * Ямайка | | Латинская Америка |
|  | Большие Зондские: | | Малайский архипелаг |
|  | * Калимантан | | Малайский архипелаг |
|  | * Суматра | | Малайский архипелаг |
|  | * Сулавеси | | Малайский архипелаг |
|  | * Ява | | Малайский архипелаг |
|  | Большой Барьерный риф | | у северо-восточных берегов Австралии |
|  | Борнхольм | | на юго-западе Балтийского моря |
|  | Британские: | | Европа |
|  | * Великобритания | | Европа |
|  | * Ирландия | | Европа |
|  | * Гебридские | | Европа |
|  | * Мэн | | Европа |
|  | * Оркнейские | | Европа |
|  | * Скай | | Европа |
|  | * Уайт | | Европа |
|  | * Шетландские | | Европа |
|  | Буве | | Южная часть Атлантики |
|  | Вайгач | | на границе Баренцева и Карского морей |
|  | Ванкувер | | у западного побережья Северной Америки (Канада) |
|  | Вознесения | | Атлантический океан |
|  | Врангеля | | на границе Восточно-Сибирского и Чукотского морей |
|  | Гавайские: | | в центральной части Тихого океана |
|  | * Гавайи | | Гавайские острова |
|  | * Мидуэй | | Гавайские острова |
|  | * Оаху | | Гавайские острова |
|  | Галапагос | | в Тихом океане, у западных берегов Южной Америки |
|  | Гилберта | | в западной части Тихого океана, Микронезия |
|  | Готланд | | в Балтийском море |
|  | Гренландия | | Северо-Западная часть Атлантического океана |
|  | Датские: | | Европа |
|  | * Зеландия | | Европа |
|  | * Лоллан | | Европа |
|  | * Фюн | | Европа |
|  | Диомида | | в Беренговом проливе |
|  | Европа | | у восточного побережья Африки |
|  | Занзибар | | у восточного побережья Африки |
|  | Зеленого Мыса | | близ побережья Западной Африки |
|  | Земля Франца-Иосифа: | | Бассейн Северного Ледовитого океана, территория РФ |
|  | * Земля Александра | | Бассейн Северного Ледовитого океана |
|  | * Земля Вильчека | | Бассейн Северного Ледовитого океана |
|  | * Земля Георга | | Бассейн Северного Ледовитого океана |
|  | Змеиный | | Черное море |
|  | Идзу | | Восточное побережье Азии |
|  | Ионические | | у западных берегов Балканского п-ова |
|  | Исландия | | Северная часть Атлантического океана, Северная Европа |
|  | Кадьяк | | у западного побережья Аляски |
|  | Канадский Арктический архипелаг: | | Северная Америка, территория Канады |
|  | * Банкс | | Северная Америка, территория Канады |
|  | * Баффинова Земля | | Северная Америка, территория Канады |
|  | * Виктория | | Северная Америка, территория Канады |
|  | * Девон | | Северная Америка, территория Канады |
|  | * Парри архипелаг | | Северная Америка, территория Канады |
|  | * Принца Уэльского | | Северная Америка, территория Канады |
|  | * Свердруп | | Северная Америка, территория Канады |
|  | * Сомерсет | | Северная Америка, территория Канады |
|  | * Элсмир | | Северная Америка, территория Канады |
|  | Канарские | | у северо-западного побережья Африки |
|  | Карагинский | | Западная часть Берингова моря |
|  | Каролинские | | в западной части Тихого океана, в Микронезии |
|  | Кенгуру | | у южного побережья Австралии |
|  | Кергелен | | в южной части Индийского океана |
|  | Киклады | | Архипелаг на юге Эгейского моря |
|  | Кипр | | Бассейн Средиземного моря, Европа |
|  | Колгуев | | в юго-восточной части Баренцева моря |
|  | Командорские: | | в юго-западной части Берингова моря |
|  | * Беринга | | в юго-западной части Берингова моря |
|  | * Медный | | в юго-западной части Берингова моря |
|  | Кермадек | | в юго-западной части Тихого океана |
|  | Коморские | | в Индийском океане |
|  | Королевы Шарлоты | | в Тихом океане, у побережья Канады |
|  | Корсика | | в Средиземном море |
|  | Крит | | Бассейн Средиземного моря |
|  | Крозе | | Южная часть Индийского океана |
|  | Кука | | в Полинезии |
|  | Курильские: | | Северо-западная часть Тихого океана |
|  | * Итуруп | | Северо-западная часть Тихого океана |
|  | * Кунашир | | Северо-западная часть Тихого океана |
|  | * Парамушир | | Северо-западная часть Тихого океана |
|  | * Уруп | | Северо-западная часть Тихого океана |
|  | Лайн (Центральные Полинезийские, Спорады) | | в Тихом океане |
|  | Лаккадивские | | в Аравийском море |
|  | Лемнос | | на севере Эгейского море |
|  | Лесбос | | в Эгейском море |
|  | Липарские: | | в Тирренском море |
|  | * Вулькано | | в Тирренском море |
|  | * Липари | | в Тирренском море |
|  | * Стромболи | | остров в Тирренском море |
|  | Лафотенские | | Северо-западное побережье Норвегии |
|  | Мадагаскар | | у юго-восточных берегов Африки |
|  | Мадейра | | у северо-западных берегов Африки |
|  | Малые Антильские: | | Латинская Америка |
|  | * Гваделупа | | Латинская Америка |
|  | * Мартиника | | Латинская Америка |
|  | * Наветренные | | Латинская Америка |
|  | * Подветренные | | Латинская Америка |
|  | Малые Зондские: | | Малайский архипелаг |
|  | * Бали | | Малайский архипелаг |
|  | * Ломпок | | Малайский архипелаг |
|  | * Сумба | | Малайский архипелаг |
|  | * Сумбава | | Малайский архипелаг |
|  | * Тимор | | Малайский архипелаг |
|  | * Флорес | | Малайский архипелаг |
|  | Мальдивские | | в Индийском океане |
|  | Мальта | | в центральной части Средиземного моря |
|  | Маражо | | В дельте реки Амазонка |
|  | Марианские | | в Тихом океане, в Микронезии |
|  | Маркизские | | в Тихом океане, в Полинезии |
|  | Маршалловы | | в Тихом океане, в Микронезии |
|  | Масиас-Нгема-Бийого (Биоко, Фернандо-По) | | остров в Гвинейском заливе |
|  | Маскаренские: | | в Индийском океане |
|  | * Маврикий | | в Индийском океане |
|  | * Реюньон | | в Индийском океане |
|  | Молуккские: | | восточная часть Малайского архипелага |
|  | * Буру | | восточная часть Малайского архипелага |
|  | * Серам | | восточная часть Малайского архипелага |
|  | * Хальмахера | | восточная часть Малайского архипелага |
|  | Моонзунд: | | в Балтийском море |
|  | * Муху | | в Балтийском море |
|  | * Сааремаа | | в Балтийском море |
|  | * Хийумаа | | в Балтийском море |
|  | Науру | | в юго-западной части Тихого океане |
|  | Никобарские | | в Индийском океане, между Бенгальским заливом и Андаманским морем |
|  | Новая Гвинея | | у северных берегов Австралии |
|  | Новая Зеландия: | | юго-Западная часть Тихого океана |
|  | * Северный | | юго-Западная часть Тихого океана |
|  | * Южный | | юго-Западная часть Тихого океана |
|  | Новая Каледония | | юго-западная часть Тихого океана, Меланезия |
|  | Новосибирские: | | Бассейн Северного Ледовитого океана, территория РФ |
|  | * Анжу | | Бассейн Северного Ледовитого океана |
|  | * Котельный | | Бассейн Северного Ледовитого океана |
|  | * Новая Сибирь | | Бассейн Северного Ледовитого океана |
|  | * Фаддеевский | | Бассейн Северного Ледовитого океана |
|  | * Де-Лонга | | Бассейн Северного Ледовитого океана |
|  | * Ляховские | | Бассейн Северного Ледовитого океана |
|  | * Большой Ляховский | | бассейн Северного Ледовитого океана |
|  | Новые Гебриды | | в юго-западной части Тихого океана |
|  | Ньюфаундленд | | У восточных берегов Северной Америки |
|  | Общества | | в южной части Тихого океана, в Полинезии. |
|  | * Таити | | Тихий океан |
|  | Огненная Земля | | У южной оконечности Южной Америки |
|  | Палау | | в западной части Каролинских островов |
|  | Пасхи | | в восточной части Тихого океана |
|  | Пемба | | у восточного побережья Африки |
|  | Принс-Эдуард | | на юго-восток от Канады |
|  | Рождества | | в восточной части Индийского океана |
|  | Рюген | | близ южного побережья Балтийского моря |
|  | Рюкю: | | между островами Кюсю и Тайвань |
|  | * Амами | | между островами Кюсю и Тайвань |
|  | * Окинава | | между островами Кюсю и Тайвань |
|  | * Осуми | | между островами Кюсю и Тайвань |
|  | * Сакисима | | между островами Кюсю и Тайвань |
|  | * Токара | | между островами Кюсю и Тайвань |
|  | Самоа | | в Тихом океане |
|  | Сан-Томе | | у западного побережья Африки |
|  | Сардиния | | Бассейн Средиземного моря |
|  | Саутгемптон | | в Гудзоновом заливе |
|  | Сахалин | | У восточных берегов Евразии |
|  | Св. Елены | | в южной части Атлантического океана |
|  | Св. Лаврентия | | на севере Берингова моря |
|  | Северная Земля: | | бассейн Северного Ледовитого океана |
|  | * Большевик | | бассейн Северного Ледовитого океана |
|  | * Комсомолец | | бассейн Северного Ледовитого океана |
|  | * Октябрьской Революции | | бассейн Северного Ледовитого океана |
|  | * Пионер | | бассейн Северного Ледовитого океана |
|  | Северные Спорады | | Бассейн Средиземного моря |
|  | Сейшельские | | в Индийском океане |
|  | Сицилия | | Бассейн Средиземного моря |
|  | Сокотра | | к востоку от мыса Гвардафуй (Африка) |
|  | Соловецкие | | в Белом море |
|  | Соломоновы | | к востоку от Новой Гвинеи |
|  | Тайвань | | Восточная Азия |
|  | Тасмания | | К югу от Австралии |
|  | Тира | | в Эгейском море |
|  | Тобаго | | в Атлантическом океане |
|  | Токелау | | в Тихом океане |
|  | Тонга | | в юго-западной части Тихого океане |
|  | Тринидад | | в Атлантическом океане |
|  | Тристан-да-Кунья | | в южной части Атлантического океане |
|  | Туамоту | | в Тихом океане |
|  | Тувалу | | на юго-западе Тихого океана, в Полинезии. |
|  | Фарерские | | на северо-востоке Атлантического океана |
|  | Феникс | | в западной части Тихого океана |
|  | Фиджи | | в юго-западной части Тихого океана |
|  | Филиппинские: | | в западной части Тихого океана |
|  | * Лейте | | в западной части Тихого океана |
|  | * Лусон | | в западной части Тихого океана |
|  | * Минданао | | в западной части Тихого океана |
|  | * Миндоро | | в западной части Тихого океана |
|  | * Негрос | | в западной части Тихого океана |
|  | * Палаван | | в западной части Тихого океана |
|  | * Панай | | в западной части Тихого океана |
|  | * Самар | | в западной части Тихого океана |
|  | * Себу | | в западной части Тихого океана |
|  | Фолклендские | | на юго-западе Атлантического океана |
|  | Хайнань | | у юго- восточных берегов Евразии, территория Китая |
|  | Хиос | | в Эгейском море |
|  | Хуан-Фернандес | | Юго-восточная часть Тихого океана |
|  | Цусима | | в Корейском проливе |
|  | Чагос арх. | | в Индийском океане |
|  | Шантарские | | в западной части Охотского моря |
|  | Шпицберген | | Северная Европа |
|  | Шри-Ланка | | В северной части Индийского океана |
|  | Эвбея | | в Эгейском море |
|  | Эланд | | в Балтийском море |
|  | Эльба | | в Тирренском море |
|  | Южная Георгия | | на юго-западе Атлантического океана |
|  | Южные Оркнейские | | на юго-западе Атлантического океана |
|  | Южные Сандвичевы | | на юге Атлантического океана |
|  | Южные Спорады: | | в Эгейском море |
|  | * Родос | | в Эгейском море |
|  | Южные Шетландские | | в проливе Дрейка |
|  | Ян-Майен | | в северной части Атлантического океана |
|  | Японские: | | Восточная Азия |
|  | * Кюсю | | Восточная Азия |
|  | * Сикоку | | Восточная Азия |
|  | * Хоккайдо | | Восточная Азия |
|  | * Хонсю | | Восточная Азия |
| **Часть 2. РЕЛЬЕФ ДО 1000 м** | | | |
| **3. ДЕПРЕССИИ (участки суши, находящиеся ниже уровня моря)** | | | |
|  | Ассаль – 153 м | | В Северо-восточной Африке |
|  | Долина Смерти – 86 м | | В Северной Америке |
|  | Карагие – 132 м | | Восточное побережья Каспийского моря |
|  | Каттара – 133 м | | На севере Африки, в Ливийской пустыне |
|  | Мертвое Море – 395 м | | В Юго-Западной Азии, Палестина |
|  | Прикаспийская низменность – 28 м | | Север Каспийского моря |
|  | Сарыкамышская низменность – 38 м | | К юго-западу от Аральского моря |
|  | Салинас-Чакос – 35 м | | В Южной Америке |
|  | Солтон-Си – 72 м | | В Северной Америке |
|  | Тивериадское озеро – 212 м | | Палестина на Ближнем Востоке |
|  | Турфанское озеро – 154 м | | В отрогах Восточного Тянь-Шаня |
|  | Озеро Эйр – 12 м | | В центральной части Австралии |
| **4. НИЗМЕННОСТИ, РАВНИНЫ, ВОЗВЫШЕННОСТИ (0-500 м)** | | | |
|  | Амазонская низменность | | В Южной Америке |
|  | Восточно-Европейская (Русская) равнина: | | Восток Европейской части Евразии |
|  | * Мещерская низменность | | на Восточно-Европейской равнине |
|  | * Окско-Донская низменность | | на Восточно-Европейской равнине |
|  | * Полесская низменность | | на Восточно-Европейской равнине |
|  | * Приднепровская низменность | | на Восточно-Европейской равнине |
|  | * Прикаспийская низменность | | на Восточно-Европейской равнине |
|  | * Причерноморская низменность | | на Восточно-Европейской равнине |
|  | * Белорусская гряда | | на Восточно-Европейской равнине |
|  | * Валдайская возвышенность | | на Восточно-Европейской равнине |
|  | * Вятские Увалы | | на Восточно-Европейской равнине |
|  | * Ергени | | западнее Прикаспийской низменности |
|  | * Жигули | | Правый берег р. Волги |
|  | * Московская возвышенность | | на Восточно-Европейской равнине |
|  | * Общий Сырт | | Водораздел рек Волги и Урал |
|  | * Подольская возвышенность | | на Восточно-Европейской равнине |
|  | * Приднепровская возвышенность | | на Восточно-Европейской равнине |
|  | * Смоленская возвышенность | | на Восточно-Европейской равнине |
|  | Великая Китайская равнина | | В восточной части Евразии |
|  | Гароннская низменность | | В Западной Европе |
|  | Джунгарская равнина | | Между горами Алтая и Восточного Тянь-Шаня |
|  | Западно-Сибирская равнина | | В Евразии, РФ |
|  | * Барабинская низменность | | на Западно-Сибирской равнине |
|  | * Васюганская равнина | | на Западно-Сибирской равнине |
|  | * Сибирские Увалы | | на Западно-Сибирской равнине |
|  | Индо-Гангская низменность | | В Южной Азии |
|  | Калифорнийская долина | | В Северной Америке |
|  | Кашгарская равнина | | В Центральной Азии, на западе Китая |
|  | Колхидская низменность | | В Западной Грузии |
|  | Колымская низменность | | В Северо-Восточной Сибири, РФ |
|  | Кура-Араксинская низменность | | западнее Каспийского моря |
|  | Лаврентийская равнина | | В Северной Америке |
|  | * Гудзонская низменность | | На Лаврентийской равнине |
|  | * Маккензи низменность | | На Лаврентийской равнине |
|  | Ла-Платская низменность | | В Южной Америке |
|  | Паданская низменность | | На севере Италии, между Альпами, Апеннинами и Адриатическим морем |
|  | Парижский бассейн (Северо-Французская низменность) | | Во Франции |
|  | Приатлантическая низменность | | Атлантическое побережье США |
|  | Примексиканская низменность | | В Северной Америке, США, Мексика |
|  | Северо-Сибирская низменность | | В Северной части Евразии, РФ |
|  | Среднедунайская низменность | | В Западной Европе |
|  | Среднеевропейская равнина | | В Западной Европе |
|  | * Великопольско-Куявская низменность | | На Среднеевропейской низменности |
|  | * Северо-Германская низменность | | На Среднеевропейской низменности |
|  | Сунляо (Манчьжурская) равнина | | В Северо-Восточном Китае |
|  | Туранская низменность | | В Средней Азии и Казахстане |
|  | Центрально-австралийская равнина: | | В Австралии |
|  | * Карпентария низменность | | на Центрально-австралийской равнине |
|  | * Муррея-Дарлинга низменность | | на Центрально-австралийской равнине |
|  | Центральноякутская низменность | | В Якутии, РФ |
|  | Центральные равнины | | Во внутренней части Северной Америки |
|  | Яно-Индигарская низменность | | В Северо-Восточной Сибири, РФ |
| **5. ПЛАТО, ПЛОСКОГОРЬЯ (500-1000 м)** | | | |
|  | Анабарское плато | | На северо-востоке Среднесибирского плоскогорья |
|  | Бразильское плоскогорье (Бандейра, 2890м) | | В Южной Америке |
|  | Великие равнины (плато Прерий) | | В Северной Америке |
|  | Гвианское плоскогорье (Неблина, 3014 м) | | На северо-востоке Южной Америки |
|  | Восточно-Африканское плоскогорье | | В Африке |
|  | Гоби | | В Китае и Монголии |
|  | Дарфур, плато (Марра, 3088м) | | Между оз. Чад и долиной Белого Нила |
|  | Декан, плато | | На п-ве Индостан |
|  | Западно-Австралийское | | В Австралии |
|  | Колорадо, плато (Хамфрис-Пик, 3861м) | | В Северной Америке |
|  | Корат, плато | | На востоке Таиланда |
|  | Мангышлак, плато | | На восточном берегу Каспийского моря |
|  | Полярное плато | | В Антарктиде, на Южном полюсе |
|  | Среднеаравийское | | В Юго-Западной Азии |
|  | Среднесибирское плато | | В Средней Сибири, РФ |
|  | Енисейский кряж (Енашимский Полкан, 1104м) | | В Красноярском крае РФ |
|  | Путорана, плато | | Часть Среднесибирского плоскогорья |
|  | Кордофан, плато (Темндинга, 1460м) | | В Судане, к западу от р. Белый Нил |
|  | Аир, плато | | В южной части Сахары |
|  | Фута-Джаллон, плато (Тамга, 1537м) | | В Западной Африке |
|  | Эннеди, плато | | В южной части Сахары |
| **Часть 3. Рельеф выше 1000 м, вулканы и пустыни** | | | |
| **6. ГОРЫ И НАГОРЬЯ** | | | |
|  | Алданское нагорье | | В Якутии |
|  | Алтай (Белуха, 4506м) | | На границе России, Монголии, Китая и Казахстана |
|  | Алтынтаг | | На западе Китая |
|  | Альпы (Монблан, 4807м) | | Европа |
|  | Аляскинский хребет (Мак-Кинли, 6193м) | | Северо-запад Северной Америки |
|  | Андалусские (Муласен, 3478м) | | На юге Испании |
|  | Анды (Аконкагуа,6960м) | | Южная Америка |
|  | Аннамские (Фанишипин, 3143м) | | На востоке п-ова Индокитай |
|  | Аппенины (Карно, 2914м) | | Италия |
|  | Аппалачи (Митчел, 2037м) | | Восточная частьСеверной Америки |
|  | Араканские (Виктория, 3053м) | | На юго-западе Мьянмы |
|  | Арденны (Ботрандж, 694м) | | западнее Рейнских Сланцевых гор |
|  | Армянское нагорье (Б. Арарат, 5165м) | | Армения |
|  | Атлас (Тубкаль, 4165м) | | на северо-западе Африки |
|  | Ахаггар (Тахат, 3003м) | | в Центральной Сахаре |
|  | Береговой хребет (Уоддингтон, 4042м) | | Восточная часть Австралии |
|  | Береговые хребты | | вдоль западного побережья США |
|  | Большой Бассейн, нагорье | | Западная часть Северной Америки |
|  | Большой Водораздельный хребет (Косцюшко, 2230м) | | Восточная часть Австралии |
|  | Большой Хинган (1949м) | | на северо-востоке Китая и востоке Монголии |
|  | Брукса, хребет (2761м) | | Снвнро-запад Северной Америки |
|  | Бырранга (1146м) | | на Таймырском п-ове |
|  | Верхоянский хребет (2389м) | | на северо-востоке Сибири |
|  | Вогезы (1423м) | | на северо-востоке Франции |
|  | Восточная Сьерра-Мадре (Пенья-Невада, 4054м) | | окаймляет с востока Мексиканское нагорье |
|  | Восточно-Грендландские (Губьерн, 3700м) | | о. Гренландия |
|  | Восточный Саян (Мунку-Сардык, 3491м) | | Южная Сибирь |
|  | Восточные Гаты (Девода-Мунда, 1680м) | | восточная окраина Деканского плоскогорья |
|  | Гарц (Броккен, 1142м) | | в Германии |
|  | Гималаи (Эерест, 8848м) | | Центральная Азия |
|  | Гиндукуш (Тиримир, 7690м) | | в Афганистане |
|  | Джугджур (Топко, 1906м) | | вдоль северо-западного побережья Охотского м. |
|  | Динара (Троглав, 1913м) | | на Балканском п-ове |
|  | Донецкий кряж (Могила Мечетная, 367м) | | юг Восточно-Европейской равнины |
|  | Драконовы (Табана-Нтленьяна, 3482) | | на юго-востоке Африки |
|  | Забайкалье: | | Восток и юго-восток от озера Байкал |
|  | * Витимское плоскогорье | | Восток и юго-восток от озера Байкал |
|  | * Становые нагорья | | Восток и юго-восток от озера Байкал |
|  | Западная Сьерра-Мадре (Чоррерао, 3150) | | Мексика |
|  | Западные Гаты (Анаймуди, 2698) | | западная окраина Деканского плоскогорья |
|  | Иранское нагорье (Хезар, 4419) | | Азия |
|  | Кавказ: | | Азия |
|  | * Большой Кавказ (Гямыш, 3742) | | Азия |
|  | Казахский Мелкосопочник (Аксоран, 1566) | | Азия |
|  | Капские (2326) | | на крайнем юге Африки |
|  | Каракорум (Чагори, 8611) | | между Памиром и Гималаями |
|  | Карпаты (Гердаховски-Штит, 2655) | | Европа |
|  | Каскадные (Рейнир, 4392) | | в системе Кордильер Сев. Америки |
|  | Кембрийские (Сноудон, 1085) | | в Великобритании, на п-ове Уэльс |
|  | Колумбийское плато | | Северо-западная часть США |
|  | Колымское нагорье | | Северо-восточная Сибирь |
|  | Копетдаг (Хезармесджед, 3117) | | в Иране и в Туркмении |
|  | Кордильеры (Мак-Кинли, 6193) | | Северная Америка |
|  | Корякское нагорье | | в Камчатской и Магаданской обл. |
|  | Крымские (Роман-Кош, 1545) | | Европа |
|  | Кузнецкий Алатау (Вехний Зуб, 2178) | | на юге Сибири |
|  | Кунь-Лунь (Улугмузтаг, 7723) | | на западе Китая |
|  | Макдонелл, хребет (Зил, 1510) | | в центральной части Австралии |
|  | Малоазиатское нагорье (Эрджияс, 5700) | | п-ов Маля Азия |
|  | Малый Хинган (1150) | | на Дальнем Востоке |
|  | Масгрейв (Вудрофф, 1440) | | в центральной части Австралии |
|  | Мексиканское нагорье (Орисаба, 5700) | | Мексика |
|  | Месета (Альмансор, 2592) | | в Испании и Португалии |
|  | Монгольский Алтай (Мунххайрхан-Ула, 4362) | | Юго-восточная часть Алтая |
|  | Мугоджары (Б.Бактыбай, 657) | | на западе Казахстана |
|  | Наньшань (6346) | | в Китае |
|  | Оманские (Шам, 3353) | | на востоке Аравийского п-ова |
|  | Памир (Коммунизма, 7495) | | в Ср. Азии |
|  | Парапомиз (4565) | | Северо-западный Афганистан и южный Туркменистан |
|  | Патагония, плато | | в Аргентине |
|  | Пеннинские (Кросс-Фелл, 893) | | в Великобритании |
|  | Пинд (2637) | | в Греции |
|  | Пиренеи (Ането, 3404) | | Граница Франции и Испанаа |
|  | Предбайкалье: | | Юг Восточной Сибири |
|  | * Байкальский хребет (Черского, 2572) | | Юг Восточной Сибири |
|  | * Приморский хребет (Трехголовый Голец, 1728) | | Юг Восточной Сибири |
|  | * Гобийский Алтай (Бурун-Богдо-Ула,3957) | | Юг Восточной Сибири |
|  | Загрос | | на юго-западе Иранского нагорья |
|  | Динарское нагорье | | на Балканском п-ове |
|  | Понтийские (Качкар, 3937) | | в Турции, вдоль побережья Черного м. |
|  | Рейнские Сланцевые (Гроссен-Фельдберг, 880) | | в Германии и частично в Бельгии, Люксембурге и Франции |
|  | Рудные (Клиновец, 1244) | | вдоль границы Германии и Чехии |
|  | Северо-Шотландское нагорье (Бен-Бевис, 1343) | | Северо-западная часть Шотландии |
|  | Сихотэ-Алинь (Тородоки-Яни, 2077) | | между Японским морем и долинами рек Уссури и Амур |
|  | Скалистые (Эльберт, 4399) | | в системе Кордильер |
|  | Скандинавские (Гальхеппиген, 2469) | | Скандинавский п-ов |
|  | Становой хребет (Скалистый Голец, 2412) | | на Дальнем Востоке |
|  | Стара-Планина (Ботев, 2376) | | на Балканском п-ове |
|  | Сърра-Невада (Муласен, 3478) | | на юге Испании |
|  | Судеты (Крконоше, 1602) | | в Чехии, Польше, Германии |
|  | Сулеймановы (3441) | | восточная окраина Иранского нагорья |
|  | Тавр, хребет (Демирказык, 3726) | | на юге Турции |
|  | Тибести, нагорье | | в Центр. Сахаре |
|  | Тиманский кряж (Четласский Камень, 4710) | | на северо-востоке Восточно-Европейской равнины |
|  | Тюрингенский Лес (982) | | на юго-востоке Германии |
|  | Тянь-Шань (Победы, 7439) | | Центральная Взия |
|  | Уральские (Народная, 1895) | | Граница Европы и Азии |
|  | Хибины (Чусначорр, 1191) | | на Кольском п-ове |
|  | Центральный Французкий массив (Пюи-де-Санси, 1886) | | Центр и юг Франции |
|  | Черского, хребет (Победа, 3147) | | от нижнего течения Яны до верховьев Колымы |
|  | Чешский Лес (Черхов, 1042) | | вдоль германо-чешской границы |
|  | Чукотское нагорье (Исходная, 1843) | | Северо-восточная часть Евразии |
|  | Шварцвальд (Фельдберг, 1493) | | на юго-западе Германии |
|  | Эльбрус (Демавенд, 5604) | | массив Б. Кавказа |
|  | Эфиопское нагорье (Рас-Дашен, 4623) | | Северо-восточная часть Африки |
|  | Южные Альпы (Кука, 3764) | | о. Южный, Новая Зеландия |
|  | Юкон, плато | | Северо-запад Канады |
|  | Яблоновый хребет (1680) | | в Забайкалье |
| **7. ВУЛКАНЫ** | | | |
|  | Авачинская Сопка (2741) | | на юго-востоке Камчатки |
|  | Аконкагуа (6960) | | в Аргентине |
|  | Арарат (5165) | | на Армянском нагорье |
|  | Безымянный (3085) | | Камчатка |
|  | Везувий (1277) | | на юге Италии |
|  | Вулькано (499) | | в архипелаге Липарские острова |
|  | Гекла (1491) | | в Исландии |
|  | Демавенд (5604) | | в хр. Эльбрус |
|  | Исалько (1885) | | в Центральной Америке |
|  | Казбек (5033) | | в центральной части Б. Кавказа |
|  | Камерун (4070) | | на берегу Гвинейского зал. |
|  | Катмай (2047) | | на п-ове Аляска |
|  | Кения (5199) | | в Вост. Африке |
|  | Килауэа (1247) | | на о. Гавайи в Тихом ок. |
|  | Килиманджаро (5895) | | в Вост. Африке |
|  | Кракатау (813) | | между о-вами Ява и Суматра |
|  | Лаки (818) | | на юге Исландии |
|  | Мак-Кинли (6193) | | в Аляскинском хр., на Аляске |
|  | Мауна-Кеа (4205) | | на о. Гавайи |
|  | Мауна-Лоа (4170) | | на о. Гавайи |
|  | Меру (4657) | | в Вост. Африке |
|  | Нгорогонго (2338) | | В Танзании |
|  | Орисаба (5700) | | на юго-востоке Мексики |
|  | Попокатепетль (5452) | | на юге Мексики |
|  | Рейнир (4392) | | в Каскадных горах США |
|  | Руапеху (2796) | | на Северном о-ве Нов. Зеландии |
|  | Ключевская Сопка (4750) | | на востоке Камчатки |
|  | Колима (4265) | | на юго-западе Мексики |
|  | Котопахи (5897) | | Вост. Кордильера Анд в Эквадоре |
|  | Мон-Пеле (1397) | | о. Мартиника |
|  | Толбачик (3682) | | на Камчатке |
|  | Стромболи (926) | | на о. Стромболи в Тирренском м. |
|  | Террор (3262) | | в Антарктиде, на п-ове Росса |
|  | Тира (566) | | входит в архипелаг Киклады |
|  | Этна (3340) | | на о. Сицилия |
|  | Эребус (3794) | | в Антарктиде |
|  | Чимборасо (6267) | | Зап. Кордильера Анд Эквадора |
|  | Фудзияма (3776) | | Япония |
|  | Семеру (3676) | | на острове Ява |
| **8. ПУСТЫНИ** | | | |
|  | Алашань | | в Центральной Азии, на севере Китая |
|  | Аравийская | | Аравийский п-ов |
|  | Атакама | | на севере Чили, в Юж. Америке |
|  | Афар | | к востоку от Эфиопского нагорья |
|  | Большая Песчаная | | на северо-западе Австралии |
|  | Большая пустыня Виктория | | на юге Австралии |
|  | Большой Нефуд | | на севере Аравийского п-ова |
|  | Гибсона | | на западе Австралии |
|  | Гоби | | на юге и юго-востоке Монголии |
|  | Деште-Кевир | | на севере Ирана |
|  | Деште-Лут | | на востоке Ирана |
|  | Джунгарская | | между горами Алтая и Вост. Тянь-Шаня |
|  | Калахари | | в центральной части Юж. Африки |
|  | Каракумы | | к северо-востоку от Аральского м. |
|  | Кызылкумы | | в междуречье Амударьи и Сырдарьи |
|  | Ливийская | | в Ливии |
|  | Малый Нефуд | | в центральной части Аравийского п-ова |
|  | Мангышлакская | | Восточнее Каспийского моря |
|  | Намиб | | Юго-западная Африка |
|  | Нубийская | | между р. Нил и Красным м. |
|  | Регистан | | на юге Афганистана |
|  | Руб-эль-Хали | | на юго-востоке Аравийского п-ова |
|  | Сахара | | В Африке |
|  | Симпсона | | в центральной части Австралии |
|  | Сирийская | | В Юго-Западной Азии |
|  | Сонора | | на северо-западе Мексики |
|  | Такла-Макан | | на западе Китая |
|  | Тар | | по левобережью Инда |
| **Часть 3 РЕКИ, ОЗЕРА, ВОДОПАДЫ** | | | |
| **9. РЕКИ** | | | |
|  | Амазонка: | в Южной Америке | |
|  | * Жапура | в Южной Америке | |
|  | * Журуа | в Южной Америке | |
|  | * Мадейра | в Южной Америке | |
|  | * Мараньон | в Южной Америке | |
|  | * Пурус | в Южной Америке | |
|  | * Путумайо | в Южной Америке | |
|  | * Риу-Негру | в Южной Америке | |
|  | * Топажос | в Южной Америке | |
|  | * Укаяли | в Южной Америке | |
|  | * Шингу | в Южной Америке | |
|  | Амударья: | В Средней Азии | |
|  | * Вахш | В горах Средней Азии, Таджикистан | |
|  | Амур: | на Дальнем Востоке, РФ | |
|  | * Аргунь | на Дальнем Востоке, РФ | |
|  | * Бурея | на Дальнем Востоке, РФ | |
|  | * Зея | на Дальнем Востоке, РФ | |
|  | * Сунгари | на Дальнем Востоке, РФ-Китай | |
|  | * Уссури | на Дальнем Востоке, РФ-Китай | |
|  | * Шилка | на Дальнем Востоке, РФ | |
|  | * Онон | на Дальнем Востоке, РФ | |
|  | Анабар | в Якутии, впадает в море Лаптевых | |
|  | Анадырь | на северо-востоке РФ, впадает в Анадырский залив | |
|  | Атабаска | в Канаде (система р. Макензи) | |
|  | Бразос | На юге США, впадает в Мексиканский залив | |
|  | Везер | в Германии, впадает в Северное море | |
|  | Висла: | в Польше | |
|  | * Буг | в Польше и Беларуси | |
|  | Волга: | на Восточно-Европейской равнине, РФ | |
|  | * Кама | на Восточно-Европейской равнине, РФ | |
|  | * Ока | на Восточно-Европейской равнине, РФ | |
|  | Ганг: | Южная Азия, Индо-Гангская низменность | |
|  | * Брахмапутра | Южная Азия | |
|  | Гаронна | в Испании, впадает в Бискайский залив | |
|  | Гвадалквивир | в Испании | |
|  | Гвадиана | в Испании и Португалии | |
|  | Гильменд | в Афганистане и Иране | |
|  | Годавари | на п-ове Индостан | |
|  | Днепр: | На Восточно-Европейской равнине (РФ, Беларусь, Украина) | |
|  | * Березина | в Беларуси | |
|  | * Друть | В Беларуси | |
|  | * Припять | На Украине и в Беларуси | |
|  | * Сож | В России и Беларуси | |
|  | Днестр | В юго-западной части Восточно-Европейской равнины (Украина, Молдова) | |
|  | Дон | В южной части Восточно-Европейской равнины, РФ | |
|  | Дунай: | Западная Европа | |
|  | * Драва | Западная Европа | |
|  | * Прут | Западная Европа | |
|  | * Тиса | Западная Европа | |
|  | * Сава | Западная Европа | |
|  | Дуэро | на Пиренейском п-ве | |
|  | Енисей: | в северной части Евразии, РФ | |
|  | * Ангара | в северной части Евразии, РФ | |
|  | * Нижняя Тунгуска | в северной части Евразии, РФ | |
|  | * Подкаменная Тунгуска | в северной части Евразии, РФ | |
|  | Евфрат | В Юго-Западной Азии | |
|  | Замбези | в Южной Африке, впадает в Индийский океан | |
|  | Западная Двина | На Восточно-Европейской равнине, впадает в Балтийское море | |
|  | Зеравшан | в Средней Азии, в Узбекистане | |
|  | Или | в Китае и Казахстане, впадает в оз. Балхаш | |
|  | Инд: | В Южной Азии, впадает в Аравийское море | |
|  | * Сатледж | В Южной Азии | |
|  | Индигирка | на востоке Якутии, впадает в Восточно-Сибирское море | |
|  | Иравади | в Мьянме, впадает в Андаманское море | |
|  | Камчатка | На полуострове Камчатка, в РФ | |
|  | Кванза | река в Анголе, впадает в Атлантический океан | |
|  | Керулен | в Монголии и Китае | |
|  | Колорадо | В США | |
|  | Колумбия: | В Северной Америке | |
|  | * Снейк | В Северной Америке | |
|  | Колыма: | В северной части Евразии, РФ, впадает в Восточно-Сибирское море | |
|  | * Омолон | В северной части Евразии, РФ | |
|  | Конго: | В Экваториальной Африке, впадает в Атлантический океан | |
|  | * Ква-Касаи | в Экваториальной Африке | |
|  | * Луалаба | в Экваториальной Африке | |
|  | * Убанги | в Экваториальной Африке | |
|  | Кришна | на юге Индии | |
|  | Кубань | На Северном Кавказе, РФ, впадает в Азовское море | |
|  | Кума | на Северном Кавказе | |
|  | Кура: | в Закавказье, впадает в Каспийское море | |
|  | * Аракс | В Закавказье | |
|  | Куперс-Крик | в Австралии | |
|  | Лена: | В Евразии, РФ, впадает в море Лаптевых | |
|  | * Алдан | В Евразии, РФ | |
|  | * Вилюй | В Евразии, РФ | |
|  | * Витим | В Евразии, РФ | |
|  | * Олекма | В Евразии, РФ | |
|  | Лимпопо | в Южной Африке, впадает в Индийский океан | |
|  | Луара | во Франции, впадает в Бискайский залив | |
|  | Ляохэ | на северо-востоке Китая, впадает в Ляодунский залив | |
|  | Маас | во Франции, Бельгии и Нидерландах | |
|  | Магдалена: | В Южной Америке, в Колумбии, впадает в Карибское море | |
|  | * Каука | В Южной Америке | |
|  | Макензи | в Канаде, впадает в море Бофорта | |
|  | Мезень | на севере европейской части России | |
|  | Меконг | на п-ове Индокитай | |
|  | Миссисипи: | В Северной Америке, впадает в Мексиканский залив | |
|  | * Арканзас | В Северной Америке | |
|  | * Миссури | В Северной Америке | |
|  | * Огайо | В Северной Америке | |
|  | * Ред-Ривер | В Северной Америке | |
|  | Муррей: | в Австралии | |
|  | * Дарлинг | В Австралии | |
|  | * Маррамбиджи | В Австралии | |
|  | Нарбада (Нармада) | на севере Деканского плоскогорья, впадает в Аравийское море | |
|  | Нева | На Северо-Западе России, впадает в Финский залив Балтийского моря | |
|  | Невольничья | из озера Атабаска в оз. Б. Невольничье | |
|  | Нёман: | Восточно-Европейская равнина (Беларусь, Литва, РФ), впадает в Балтийское море | |
|  | * Вилия | В Беларуси и Литве | |
|  | * Щара | В Беларуси (Гродненская область) | |
|  | Ниагара | В Северной Америке | |
|  | Нигер: | В Центральной Африке, впадает в Гвинейский залив | |
|  | * Бенуэ | В Центральной Африке | |
|  | Нил: | В Африке, впадает в Средиземное море | |
|  | * Белый Нил | В Африке | |
|  | * Голубой Нил | В Африке | |
|  | Обь: | В северной части Евразии, РФ, впадает в Карское море | |
|  | * Бия | в Евразии, РФ | |
|  | * Иртыш | в Евразии, РФ | |
|  | * Ишим | в Евразии, РФ | |
|  | * Тобол | в Евразии, РФ | |
|  | * Катунь | в Евразии, РФ | |
|  | * Чулым | в Евразии, РФ | |
|  | Огове | в Центральной Африке, впадает в Гвинейский зал. | |
|  | Окованго | В Южной Африке | |
|  | Оленек | в Якутии, впадает в море Лаптевых | |
|  | Онега | в Архангельской области РФ | |
|  | Оранжевая: | в Южной Африке, впадает в Атлантический океан | |
|  | * Вааль | В Южной Африке | |
|  | Ориноко: | В Южной Америке, в Венесуэле и Колумбии, впадает в Атлантический океан | |
|  | * Апуре | В Южной Америке | |
|  | * Гуавьяра | В Южной Америке | |
|  | * Мета | В Южной Америке | |
|  | Парана: | В Южной Америке | |
|  | * Парагвай | В Южной Америке | |
|  | * Рио-Саладо | В Южной Америке | |
|  | Печора: | на северо-востоке Европейской части РФ | |
|  | * Уса | на северо-востоке Европейской части РФ | |
|  | По | на севере Италии, впадает в Адриатическое море | |
|  | Рейн | В Западной Европе, впадает в Северное море | |
|  | Рио-Гранде: | В Северной Америке, в США и Мексике; впадает в Мексиканский залив | |
|  | * Пекос | В Северной Америке | |
|  | Рио-Колорадо | в Патагонии, впадает в Атлантический океан | |
|  | Рио-Негро | в Патагонии, впадает в Атлантический океан | |
|  | Рона | в Швейцарии и Франции | |
|  | Рувума | в Восточной Африке, впадает в Индийский океан | |
|  | Руфиджи | в Восточной Африке, впадает в Индийский океан | |
|  | Салуин | в Китае и Бирме, впадает в Андаманское море | |
|  | Сан-Франциску | в Бразилии, впадает в Атлантический океан | |
|  | Саскачеван | в Канаде, впадает в оз. Виннипег | |
|  | Св.Лаврентия | В Северной Америке | |
|  | Северная Двина: | Европейский Север РФ | |
|  | * Вычегада | Европейский Север РФ | |
|  | * Сухона | Европейский Север РФ | |
|  | * Юг | Европейский Север РФ | |
|  | Сена | во Франции, впадает в пролив Ла-Манш | |
|  | Сенегал | в Западной Африке, впадает в Атлантический океан | |
|  | Сицзян | на юго-востоке Китая, впадает в Южно-Китайское море | |
|  | Сырдарья: | В Средней Азии | |
|  | * Нарын | В Средней Азии | |
|  | Таз | на северо-востоке Западной Сибири, впадает в Карское море | |
|  | Тарим: | на западе Китая | |
|  | * Хотан | На западе Китая | |
|  | * Юркенд | На западе Китая | |
|  | Тахо | в Испании и Португалии, впадает в Атлантический океан | |
|  | Темза | На острове Великобритания, впадает в Северное море | |
|  | Терек | на Северном Кавказе, впадает в Каспийское море | |
|  | Тигр | В Юго-Западной Азии | |
|  | Токантинс: | в Бразилии | |
|  | * Арагуя | в Бразилии | |
|  | Урал | В России | |
|  | Уругвай | В Южной Америке | |
|  | Фрейзер | в Канаде, впадает в Тихий океан | |
|  | Хатанга: | на северо-западе Восточной Сибири, впадает в море Лаптевых | |
|  | * Котуй | На северо-западе Восточной Сибири | |
|  | * Хета | На северо-западе Восточной Сибири | |
|  | Хуанхэ | В Китае | |
|  | Шатт-эль-Араб | на Месопотамской низменности, впадает в Персидский залив | |
|  | Черчилл | в центральной части Канады, впадает в Гудзонов залив | |
|  | Чу | в Киргизии и Казахстане | |
|  | Шари: | в Центральной Африке, впадает в оз. Чад | |
|  | * Лагоне | В Центральной Африке | |
|  | Эбро | на северо-востоке Испании, впадает в Средиземное море | |
|  | Эльба | на Северо-Германской низменности, впадает в Северное море | |
|  | Эмба | на западе Казахстана | |
|  | Южный Буг | на Украине, впадает в Черное море | |
|  | Юкон | на Аляске, впадает в Берингово море | |
|  | Яна | в Якутии, впадает в море Лаптевых | |
|  | Янцзы | в Китае; впадает в Восточно-Китайское море | |
| **10. ОЗЕРА** | | | |
|  | Алаколь | на востоке от оз. Балхаш, в Казахстане | |
|  | Аральское | В Средней Азии | |
|  | Байкал | В РФ | |
|  | Балатон | в Венгрии | |
|  | Балхаш | В Средней Азии | |
|  | Бангвеулу | в Замбии, в верховьях р. Луапула (система р. Конго) | |
|  | Баскунчак | в Астраханской области РФ, к востоку от Волги | |
|  | Белое | на западе Вологодской области РФ | |
|  | Большое Медвежье | В Северной Америке | |
|  | Большое Невольничье | В Северной Америке | |
|  | Боденское | в Предальпах, на границе Германии, Швейцарии, Австрии | |
|  | Большое Соленое | на западе США | |
|  | Ван | на Армянском нагорье | |
|  | Венерн | на юге Швеции | |
|  | Верхнее | В Северной Америке | |
|  | Веттерн | на юге Швеции | |
|  | Виктория | В Африке | |
|  | Виннипег | В Северной Америке | |
|  | Гарда | на севере Италии, у подножия Альп | |
|  | Гурон | В Северной Америке | |
|  | Далайнор | на северо-востоке Китая | |
|  | Дунтинху | На востоке Китая | |
|  | Женевское | В Западной Европе | |
|  | Зайсан | на востоке Казахстана | |
|  | Иди-Амин-Дада (Эдуард) | В центральной Африке | |
|  | Ильмень | В Новгородской области РФ | |
|  | Имандра | на Кольском п-ове | |
|  | Инари | на севере Финляндии | |
|  | Иссык-Куль | на Тянь-Шане, в Киргизии | |
|  | Каракуль | на севере Памира, в Таджикистане | |
|  | Каспийское | В Евразии | |
|  | Киву | на границе Заира и Руанды | |
|  | Комо | на севере Италии, у подножия Альп | |
|  | Кукунор | в Китае, в горах Наньшаня | |
|  | Кьога | в Восточной Африке, в Уганде | |
|  | Лаго-Маджоре | в Италии и Швейцарии, в южных отрогах Альп | |
|  | Ладожское | На Европейском Севере РФ | |
|  | Лобнор | на западе Китая | |
|  | Маракайбо | на западе Венесуэлы | |
|  | Мверу | в системе р. Конго | |
|  | Меларен | в средней части Швеции | |
|  | Мичиган | В Северной Америке | |
|  | Мобуту-Сесе-Секо (Альберт) | в бассейне р. Нил | |
|  | Натрон | Север Танзании | |
|  | Никарагуа | В Центральной Америке, в Никарагуа | |
|  | Ньяса | В Экваториальной Африке | |
|  | Оленье | в Канаде | |
|  | Онежское | На Европейском Севере РФ | |
|  | Онтарио | В Северной Америке | |
|  | Охридское | в Македонии и Албании | |
|  | Поопо | в Центральных Андах, в Боливии | |
|  | Поянху | на востоке Китая, в долине р. Янцзы | |
|  | Преспа | юго-восточнее Охридского озера | |
|  | Псковское | В Псковской области РФ | |
|  | Резайе (Урмия) | на северо-западе Ирана | |
|  | Рудольф (Туркана) | в Кении | |
|  | Руква | В Африке | |
|  | Сайма | на юго-востоке Финляндии | |
|  | Сап | на п-ове Индокитай | |
|  | Сарезское | в Таджикистане, на Памире | |
|  | Севан | на Армянском нагорье | |
|  | Тана | в верховьях Голубого Нила | |
|  | Танганьика | В Экваториальной Африке | |
|  | Телецкое | на Алтае | |
|  | Тенгиз | в Казахстане | |
|  | Титикака | В Южной Америке | |
|  | Торренс | на юге Австралии | |
|  | Туз | в Турции, на Анатолийском плоскогорье | |
|  | Убсу-Нур | в Монголии и РФ | |
|  | Ханка | в Приморском крае РФ и Китае | |
|  | Хубсугул | на севере Монголии, у южных отрогов Саян | |
|  | Чад | В Африке | |
|  | Чаны | В Новосибирской области | |
|  | Чудское | На границе Эстонии и РФ | |
|  | Шкодер | в Македонии и Албании | |
|  | Эби-Нур | На северо-западе Китая, на Джунгарской равнине | |
|  | Эйр | На юге Австралии | |
|  | Эльтон | На севере Прикаспийской низменности | |
|  | Эри | В Северной Америке | |
| **11. ВОДОПАДЫ** | | | |
|  | Анхель | В Южной Америке | |
|  | Виктория | В Африке | |
|  | Гуайра | Бывший каскад [водопадов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D0%B4) на реке [Парана](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B0_(%D1%80%D0%B5%D0%BA%D0%B0)) на [границе](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%91%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BA%D0%BE-%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%B3%D0%B2%D0%B0%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%86%D0%B0&action=edit&redlink=1) между [Бразилией](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D1%8F) и [Парагваем](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%B3%D0%B2%D0%B0%D0%B9) | |
|  | Игуасу | В Южной Америке | |
|  | Йосемитский | в Северной Америке | |
|  | Кон | на р. Меконг. Самый широкий в мире (12-13 км), находится на реке Меконг - граница Лаоса и Камбоджи | |
|  | Кукенан | Венесуэла | |
|  | Ниагарский | В Северной Америке | |
|  | Тугела | на реке Тугела в Южной Африке | |
|  | Сатерленд | на реке Артур в Новой Зеландии (Южный остров) | |
| **Часть 5 Моря, заливы, проливы** | | | |
| 1. **Моря** | | | |
|  | Адриатическое | часть Средиземного моря, между Апеннинским и Балканским п-овами | |
|  | Азовское | восточнее Крымского п-ва | |
|  | Амундсена | у берегов Антарктиды, между 100 и 123 °з. д. | |
|  | Андаманское | между материковой частью Азии, цепью Андаманских и Никобарских о-вов и о. Суматра | |
|  | Аравийское | между п-овами Аравийским на западе и Индостан на востоке | |
|  | Арафурское | между Австралией, Новой Гвинеей и островами Танимбар и Кай | |
|  | Бали | в Индонезии, в составе Малых Зондских о-вов | |
|  | Балтийское | В Европе | |
|  | Банда | в Индонезии | |
|  | Баренцево | На севере Европы | |
|  | Баффина | между Гренландией и восточными берегами Канадского Арктического архипелага | |
|  | Беллинсгаузена | у берегов Антарктиды | |
|  | Белое | у северных берегов Европейской части РФ | |
|  | Берингово | В северной части Тихого океана | |
|  | Бофорта | море Северного Ледовитого океана, у берегов Северной Америки | |
|  | Внутреннее Японское | внутри проливов между о-вами Хонсю, Кюсю и Сикоку | |
|  | Восточно-Китайское | У восточных берегов Китая | |
|  | Восточно-Сибирское | Бассейн Северного Ледовитого океана | |
|  | Гренландское | В северной части Атлантического океана | |
|  | Дейвиса | у берегов Антарктиды | |
|  | Желтое | у восточных берегов Азии | |
|  | Ионическое | часть Средиземного моря, к югу от Адриатического моря | |
|  | Ирландское | В северо-восточной части Атлантического океана | |
|  | Карибское | восточнее Центральной и севернее Южной Америки | |
|  | Карское | между о-вами Новая Земля, Земля Франца-Иосифа и арх. Северная Земля | |
|  | Коралловое | у берегов Австралии, Нов. Гвинеи, Нов. Каледонии | |
|  | Космонавтов | у берегов Антарктиды | |
|  | Красное | междуАфрикой и Юго-Западной Азией | |
|  | Лабрадор | у берегов Северной Америки | |
|  | Лазарева | у берегов Антарктиды | |
|  | Лаптевых | море Северного Ледовитого океана | |
|  | Лигурийское | часть Средиземного моря | |
|  | Линкольна | У северных берегов островов Элсмир и Гренландия | |
|  | Молуккское | у берегов Малайского архипелага | |
|  | Моусона | в Индийском океане, омывает берега Антарктиды | |
|  | Мраморное | между Европой и Малой Азией | |
|  | Норвежское | в северной части Атлантического океана | |
|  | Охотское | в северо-западной части Тихого океана | |
|  | Рисер-Ларсена | у берегов Антарктиды | |
|  | Росса | у берегов Антарктиды | |
|  | Саву | В Тихом океане | |
|  | Северное | В северо-восточной части Атлантического океана | |
|  | Серам | в Малайском архипелаге | |
|  | Содружества | у берегов Антарктиды | |
|  | Соломоново | к востоку от Новой Гвинеи | |
|  | Средиземное | Между Европой, Азией и Африкой | |
|  | Сулавеси | В Малайском архипелаге | |
|  | Сулу | между о-вами Филиппинскими, Палаван, Калимантан и архипелагом Сулу | |
|  | Тасманово | между Австралией и о. Тасмания | |
|  | Тиморское | между Австралией и о. Тимор | |
|  | Тирренское | часть Средиземного моря | |
|  | Уэдделла | у берегов Антарктиды | |
|  | Фиджи | в Тихом океане | |
|  | Филлипинское | Омывает Филиппинские острова | |
|  | Черное | Между Европой и Малой Азией | |
|  | Чукотское | Бассейн Северного Ледовитого океана | |
|  | Эгейское | часть Средиземного моря | |
|  | Южно-Китайское | Омывает юго-восточные берега Китая | |
|  | Яванское | В Малайском архипелаге | |
|  | Японское | между материком Евразия и Японскими о-вами | |
| **13. ЗАЛИВЫ** | | | |
|  | Аденский | между п-овами Аравийским и Сомали | |
|  | Аляска | на северо-западе Северной Америки | |
|  | Амундсена | между берегами материковой Канады и о-вами Банкс и Виктория | |
|  | Анадырский | в северо-западной части Берингова моря | |
|  | Бакбо | залив Южно-Китайского моря | |
|  | Бенгальский | между п-овом Индостан и п-овом Индокитай | |
|  | Бискайский | в Атлантическом океане, у берегов Франции и Испании | |
|  | Большой Австралийский | У южных берегов Австралии | |
|  | Ботнический | северная часть Балтийского море | |
|  | Бохайвань | на северо-западе Желтого моря | |
|  | Бристольский | у юго-западных берегов Великобритании | |
|  | Венесуэльский | залив Карибского моря | |
|  | Гвинейский | у западных берегов Экваториальной Африки | |
|  | Гудзонов | Северо-восток Северной Америки | |
|  | Дарьенский | на юго-западе Карибского моря | |
|  | Джеймс | на востоке США | |
|  | Енисейский | на севере Евразии, территория РФ | |
|  | Жозеф-Бонапарт | Северо-восток Австралии | |
|  | Калифорнийский | На юго-западе Северной Америки | |
|  | Кампече | южная часть Мексиканского залива | |
|  | Кара-Богаз-Гол | на востоке Каспийского моря | |
|  | Карагинский | Северо-восток Берингова моря | |
|  | Карпентария | на севере Австралии | |
|  | Коринфский | у западных берегов Греции | |
|  | Лионский | у южных берегов Франции | |
|  | Ляодунский | залив Желтого моря | |
|  | Мексиканский | На юго-востоке Северной Америки | |
|  | Мэн | у восточных берегов США и Канады | |
|  | Нортон | Северо-восток Северной Америки | |
|  | Обская губа | На севере Евразии, территория РФ | |
|  | Оманский | на северо-западе Аравийского моря | |
|  | Панамский | В Латинской Америке | |
|  | Пенжинская губа | в Охотском море | |
|  | Персидский | в юго-Западной Азии | |
|  | Рижский | Залив Балтийского моря | |
|  | Сахалинский | У берегов острова Сахалин | |
|  | Св.Лаврентия | Омывает северо-восточные берега Северной Америки | |
|  | Сидра | залив Средиземного моря, у берегов Ливии | |
|  | Сиамский | между п-овом Малакка и юго-восточной частью п-ова Индокитай | |
|  | Согне-Фьорд | на востоке Скандинавского п-ова | |
|  | Суэцкий | между Синайским п-овом и берегом Африки | |
|  | Таранто | зал. Ионического моря | |
|  | Унгава | Северо-запад полуострова Лабрадор | |
|  | Фанди | залив Атлантического океана, у берегов Сев. Америки | |
|  | Финский | Залив Балтийского моря | |
|  | Шелихова | на северо-востоке Охотского моря | |
| **14. ПРОЛИВЫ** | | | |
|  | Баб-эль-Мандебский | между Аравийским п-вом и Африкой | |
|  | Бассов | между Австралией и о. Тасмания | |
|  | Берингов | Между Евразией и Северной Америкой | |
|  | Большой Бельт | соединяет Балтийское м. с проливом Каттегат | |
|  | Бонифачо | между о-вами Корсика и Сардиния | |
|  | Босфор | соединяет Черное и Мраморное моря | |
|  | Гибралтарский | Между Средиземным морем и Атлантическим океаном | |
|  | Горло Белого Моря | В Белом море | |
|  | Гудзонов | Часть Северного Ледовитого океана, у берегов Канады | |
|  | Дарданеллы | соединяет Эгейское море с Мраморным | |
|  | Датский | между о-вами Гренландия и Исландия | |
|  | Дейвисов | между о-вами Гренландия и Баффинова Земля | |
|  | Д. Лаптева | соединяет море Лаптевых с Вост.-Сибирским морем | |
|  | Кука (Кенайский) | у южных берегов Аляски | |
|  | Ла-Плата | У юго-восточных берегов Южной Америки | |
|  | Дрейка | между арх. Огненная Земля и Южными Шетлендскими о-вами | |
|  | Зондский | Между островами Ява и Сулавеси в Индонезии | |
|  | Карские Ворота | Соединяет Баренцево и Карское моря | |
|  | Каттегат | соединяет Балтийское и Северное моря | |
|  | Керченский | соединяет Черное и Азовское моря | |
|  | Корейский | соединяет Японское и Восточно-Китайское моря | |
|  | Кука | между Северным и Южным о-вами Новой Зеландии | |
|  | Ла-Манш | между побережьем Франции и о. Великобритания | |
|  | Лаперуза | между островами Сахалин и Хоккайдо | |
|  | Лонга | между о. Врангеля и берегом Азии | |
|  | Магелланов | между материком Южная Америка и арх. Огненная Земля | |
|  | Макасарский | между островами Калимантан и Сулавеси | |
|  | Маточкин Шар | между Сев. и Юж. о-вами Новой Земли | |
|  | Мессинский | между Апеннинским п-овом и о. Сицилия | |
|  | Малаккский | между полуостровом Малакка и о. Суматра | |
|  | Мозамбикский | между о. Мадагаскар и Африкой | |
|  | Невельского | между материком Евразия и о. Сахалин | |
|  | Ормузский | между Аравийским п-овом и материковой частью Азии | |
|  | Па-де-Кале | между о. Великобритания и материковой частью Европы | |
|  | Отранто |  | |
|  | Полкский | между п-овом Индостан и о. Шри-Ланка | |
|  | Санникова | между о-вами Котельный и М. Ляховский | |
|  | Св. Георга | между островами Великобритания и Ирландия | |
|  | Северный | между островами Великобритания и Ирландия | |
|  | Сингапурский | между южной оконечностью п-ова Малакка и о. Сингапур | |
|  | Тунисский | между северным побережьем Африки (Тунис) и о. Сицилия | |
|  | Скагеррак | соединяет Балтийское и Северное моря | |
|  | Тайваньский | между восточным берегом материка Азии и о. Тайвань | |
|  | Татарский | между материковой Азией и о. Сахалин | |
|  | Торресов | между Новой Гвинеей и Австралией | |
|  | Флоридский | между п-овом Флорида и о-вами Куба и Багамскими | |
|  | Цугару | между островами Хонсю и Хоккайдо | |
|  | Шокальского | между о-вами Большевик и Октябрьской революции | |
|  | Эресунн (Зунд) | между Скандинавским п-овом и о. Зеландия | |
|  | Югорский Шар | между о. Вайгач и берегом материка Евразия | |
|  | Юкатанский | между п-овом Юкатан и о. Куба | |

# **3. Контроль знаний**

## 3.1 Перечень вопросов к экзамену

**Вопросы к экзамену по курсу «общее землеведение»**

1. Общее землеведение в системе географических наук. Предмет и задачи курса
2. История развития общего землеведения
3. Методы исследования географической оболочки
4. Факторы формирования географической оболочки
5. Солнечная система и ее строение
6. Форма и размеры Земли
7. Движения Земли и их географические следствия
8. Внутреннее строение Земли
9. Гравитационное поле и земной магнетизм
10. Возраст Земли. Геохронология
11. Понятие о литосфере, её строение и основные параметры
12. Современные концепции развития литосферы
13. Типы земной коры, их географическое распространение
14. Геотектуры Земли: материки и океаны. Гипсографическая кривая
15. Понятие о материках и частях света. Острова и их типы
16. Движения литосферы, типы движений. Явление изостазии
17. Понятие о геотектуре, морфоструктуре и морфоскульптуре, факторы их образования
18. Платформы и геосинклинали: строение, эволюция, географическое распространение
19. Экзогенные процессы в литосфере
20. Горы, их классификация
21. Равнины, их классификация
22. Рельеф дна Мирового океана и его основные морфоструктурные единицы
23. Современные тектонические проявления: вулканизм, землетрясения
24. Происхождение, состав и строение атмосферы
25. Солнечная радиация: понятие, виды, численные характеристики
26. Изменение солнечной радиации в атмосфере. Суммарная радиация и ее распределение по Земле
27. Распределение тепла у земной поверхности. Типы годового хода температуры воздуха
28. Вода в атмосфере. Испарение и испаряемость. Характеристики влажности воздуха
29. Атмосферное давление. Планетарная схема распределения давления
30. Общая циркуляция атмосферы: понятие, структура
31. Ветер: понятие, характеристики, определяющие факторы. Планетарные и местные ветра
32. Погода и климат: понятие, процессы и факторы формирования
33. Классификация климатов Б.П. Алисова
34. Понятие о гидросфере, происхождение и строение гидросферы Земли
35. Круговорот воды в природе. Мировой водный баланс, его составляющие
36. Мировой океан и его составные части. Классификация морей, заливов, проливов
37. Подземные воды: условия их образования, происхождение и классификация
38. Реки, их классификация. Речные системы и строение гидрографической сети
39. Питание и режим рек. Факторы стока
40. Озера, происхождение озерных котловин
41. Географические типы и распространение озер
42. Болота, заболоченные земли и водоемы
43. Образование болот и их классификация
44. Понятия о хионосфере и снеговой границе
45. Ледники: строение, классификация, географическое распространение
46. Состав и строение биосферы. Современные представления о биосфере
47. Функции живого вещества в биосфере
48. Органический мир Земли. Ноосферный этап в развитии биосферы
49. Педосфера. Понятие о почве. Образование почвы
50. Факторы почвообразования. Морфология почвы
51. Основные типы почв и их географическое распространение
52. Географическая оболочка, ее структура, свойства и закономерности
53. Целостность и саморегулирование географической оболочки
54. Круговорот вещества и энергии в географической оболочке
55. Ритмические явления в географической оболочке
56. Зональность и азональность в географической оболочке
57. Вертикальная и горизонтальная неоднородность географической оболочки
58. Географические пояса и природные зоны
59. Понятие о ландшафте, антропогенные ландшафты. Единая система природных комплексов
60. Антропогенные изменения и экологические проблемы географической оболочки

## 3.2 Примеры тестовых заданий по дисциплине

1. Материковый тип земной коры представлен слоями, сменяющимися от поверхности в следующей последовательности:

а) осадочный, базальтовый, гранитный;

б) осадочный, гранитный, базальтовый;

в) гранитный, базальтовый, осадочный;

г) осадочный, базальтовый.

2. В результате эпейрогенических движений образуются:

а) равнины;

б) складчатые горы;

в) глыбовые горы;

г) низменности;

д) возвышенности;

е) нагорья;

ж) рифты.

3. Слои атмосферы сменяются от поверхности Земли в следующей

последовательности:

а) тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера, экзосфера;

б) тропосфера, мезосфера, стратосфера, экзосфера, термосфера;

в) термосфера, стратосфера, мезосфера, тропосфера, экзосфера;

г) термосфера, стратосфера, мезосфера, экзосфера, тропосфера;

д) стратосфера, тропосфера, экзосфера, мезосфера, термосфера;

е) стратосфера, тропосфера, мезосфера, термосфера, экзосфера.

4. Субтропический пояс характеризуется господством:

а) летом умеренного воздуха, зимой тропического;

б) летом экваториального воздуха, зимой тропического;

в) летом тропического воздуха, зимой экваториального;

г) летом умеренного, зимой арктического воздуха;

д) летом арктического, зимой умеренного воздуха;

е) летом тропического, зимой умеренного воздуха.

5 Горные системы альпийского возраста

а) Пиринеи

б) Аппалачи

в) Стара-Планина

г) Гималаи

д) Шварцвальд

е) Атласские горы

ж) Кавказские горы

6 Малые планеты Солнечной системы называются …

7 Место наибольшего удаления планеты Земля от Солнца на орбите называется …

8 Участок выхода на поверхность пород кристаллического фундамента …

9 Состояние атмосферы в данный момент над определенной территорией …

10 Границей между ядром и мантией отмечается на глубине:

1258 км; 2900 км; 5150 км; 6371 км

# **4. Вспомогательный материал**

Учреждение образования

«Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

ГГУ им. Ф.Скорины

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И.В. Семченко

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(дата утверждения)

Регистрационный № УД-\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/р.

**Общее землеведение**

## Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине

для специальности:

**1-31 02 01-02 География (научно-педагогическая деятельность)**

**1-33 01 02 Геоэкология**

Факультет \_\_геолого-географический\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(название факультета)

Кафедра \_\_\_географии\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(название кафедры)

Курс (курсы) \_\_\_\_1\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Семестр (семестры) \_\_\_1\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Лекции \_\_\_40\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Экзамен \_\_\_1\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(количество часов) (семестр)

Практические (семинарские)

занятия \_\_32\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Зачет \_\_\_\_\_-\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(количество часов) (семестр)

Лабораторные

занятия \_\_-\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Курсовая работа (проект) \_2\_\_\_\_\_\_\_

(количество часов) (семестр)

Аудиторных часов по

учебной дисциплине \_\_\_\_72\_\_\_\_\_\_\_

(количество часов)

Всего часов по Форма получения

учебной дисциплине \_\_\_162\_\_\_\_\_\_ высшего образования \_дневная\_\_\_\_\_

(количество часов)

Составила: С.В. Андрушко

2013 г.

Учебная программа составлена на основе типовой учебной программы, утвержденной 15.06.2009, регистрационный № G. 206 / тип.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой географии

\_\_28.08.2013 г.\_пр. № 1\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(дата, номер протокола)

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.И. Павловский

(подпись) (И.О.Фамилия)

Одобрена и рекомендована к утверждению Методическим советом

геолого-географического факультета

\_\_29.08.2013 г. пр. № 1\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(дата, номер протокола)

Председатель

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И.О. Прилуцкий

(подпись) (И.О.Фамилия)

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Общее землеведение – основа географического образования, его фундамент в системе географических наук. Основной задачейучебного 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 процесса, происходящими в ней;
* формулировать основные географические закономерности и определять границы их проявления;
* пользоваться разными источниками географической информации и иметь навыки их реферирования;

Дисциплина государственного компонента «Общее землеведение» преподается студентам 1-го курса специальностей 1–31 02 01-02 «География» (научно-педагогическая деятельность) и 1–33 01 02 «Геоэкология» в первом семестре. Общее количество часов по дисциплине составляет 162, из них аудиторных – 72 (40 – лекционных; 18 – практических и 14 – семинарских занятий). Предусматривается курсовая работа. Итоговый контроль знаний осуществляется в форме экзамена.

**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.

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

**Тема 4. Литосфера – твердая оболочка Земли**

Литосфера – состав и 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-поясное 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. Ландшафты**

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 азональности – 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. Антропогенные изменения географической оболочки**

Проявление деятельности человека в преобразовании географической оболочки. 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.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ «ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕВЕДЕНИЕ»**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер раздела, темы, занятия | Название раздела, темы, занятия;  перечень изучаемых вопросов | Количество  аудиторных часов | | | Литература | Формы контроля  знаний |
| Ллекции | Практические  занятия | Семинарские  занятия |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| **1** | География в системе наук о Земле  1.1 Общее землеведение в системе географических наук  1.2 Предмет изучения общего землеведения  1.3 История развития общего землеведения  1.4 Методы исследования географической оболочки | **4** | **-** | **2** |  |  |
|  |  |  | [1, 2, 13] | Опрос |
| **2** | Планета Земля в Солнечной системе и Космосе  2.1 Факторы формирования географической оболочки  2.2 Солнечная система и ее строение  2.3 Форм и размеры Земли  2.4 Движения Земли и их следствия | **6** | **2** | **-** |  |  |
|  |  |  | [1, 3, 4] | Тест |
| **3** | **Внутреннее строение и состав Земли**  3.1 Внутреннее строение Земли  3.2 Гравитационное поле и земной магнетизм  3.3 Возраст Земли. Геохронология | **2** | **-** | **-** |  |  |
|  |  |  | [1, 6, 7, 8] | Групповая консультация |
| **4** | **Литосфера – твердая оболочка Земли**  4.1 Понятие о литосфере. Концепции развития литосферы  4.2 Движения литосферы  4.3 Основные морфоструктуры Земли  4.5 Рельеф Земли  4.6 Современные тектонические проявления  4.7 Экзогенные процессы в литосфере  4.8 Рельеф дна Мирового океана и его основные морфоструктурные единицы | **8** | **6** | **4** |  |  |
|  |  |  | [1, 7, 5, 14, 27] | Семинар  Тест  Практическая работа |
| **5** | **Атмосфера – воздушная оболочка Земли**  5.1 Происхождение и состав атмосферы  5.2 Солнечная радиация: понятие, виды, характеристики  5.3 Тепловой режим подстилающей поверхности и атмосферы  5.4 Влагооборот в атмосфере  5.5 Общая циркуляция атмосферы  5.6 Погода и климат | **6** | **4** | **2** |  |  |
|  |  |  | [1, 3, 4, 14, 26] | Семинар  Практическая работа |
| **6** | **Гидросфера Земли**  6.1 Понятие о гидросфере, происхождение и состав  6.2 Воды суши: реки, озера, болота, подземные воды  6.3 Мировой океан и его части  6.4 Хионосфера | **4** | **2** | **2** |  |  |
|  |  |  | [1, 6, 12] | Семинар |
| **7** | **Биосфера Земли**  7.1 Состав и строение биосферы  7.2 Функции живого вещества  7.3. Органический мир Земли  7.4. Ноосферный этап в развитии биосферы | **2** | **2** | **-** |  |  |
|  |  |  | [10, 9, 1] | Групповая консультация |
| **8** | **Педосфера**  8.1 Педосфера. Понятие о почве  8.2 Факторы почвообразования. Морфология почвы  8.3 Типы почв и из распространение | **2** | **2** | **-** |  |  |
|  |  |  | [1, 2, 10] | Групповая консультация |
| **9** | **Понятие о географическом ландшафте**  9.1 Понятие о ландшафте  9.2 Единая таксономическая система природных комплексов  9.3 Географические пояса и природные зоны | **2** | **-** | **-** |  |  |
|  |  |  | [13, 15] | Практическая работа |
| **10** | **Общие законы и закономерности географической оболочки**  10.1 Географическая оболочка: структура, свойства и закономерности  10.2 Целостность и саморегулирование географической оболочки  10.3 Круговорот вещества и энергии  10.4 Ритмичность, зональность и азональность | **2** | **-** | **2** |  |  |
|  |  |  | [1, 3, 4, 7, 8, 10, 14, 15] | Контрольная работа |
| **11** | **Антропогенные изменения географической оболочки**  11.1 Антропогенные ландшафты и их классификация  11.2 Антропогенные изменения в географической оболочке  11.3 Экологические проблемы. Природопользование и мониторинг | **2** | **-** | **2** |  |  |
|  |  |  | [16, 17, 18, 21, 22, 32] | Групповая консультация |
|  | **Всего** | **40** | **18** | **14** |  | Экзамен в 1 семестре |

**ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

**Перечень практических занятий**

1. Планета Земля в Солнечной системе и Космосе
2. Литосфера
3. Построение комплексного физико-географического профиля (КФГП)
4. Атмосфера. Построение КФГП
5. Гидросфера Земли
6. Географическая оболочка. Построение КФГП
7. Географическая номенклатура

**Тематика семинарских занятий**

1. География в системе наук о Земле.
2. Литосфера – твердая оболочка Земли.
3. Атмосфера – воздушная оболочка Земли.
4. Гидросфера Земли.
5. Общие законы и закономерности географической оболочки.
6. Антропогенные изменения географической оболочки.

## 4.2 Перечень рекомендуемой литературы

***Основная***

1. Мильков, Ф.Н. Общее землеведение / Ф.Н. Мильков. – М.: Высшая школа, 1990. – 334 с.
2. Боков, В.А. Общее землеведение / В.А. Боков, Ю.П. Селиверстов. – М.: Академический проект, 2006. – 537 с.
3. Боков, В.А. Общее землеведение / В.А. Боков, Ю.П. Селиверстов, И.Г. Черванев – СПб: Академический проект, 1998. – 268 с.
4. Савцова, Т.М. Общее землеведение / Т.М. Савцова. – М.: Академия, 2003. – 416 с.
5. Селиверстов, Ю. П. Землеведение / Ю.П. Селиверстов, В.А. Боков. – М.: Академия, 2004. – 204 с.
6. Шубаев, А.П. Общее землеведение / А.П. Шубаев. – М.: Высшая школа, 1977. – 460 с.
7. Любушкина, С.Г. Пашканг, К.В. Естествознание: Землеведение и краеведение: Учебное пособие. – М.: ВЛАДС, 2002. – 456 с.
8. Гледко Ю.А. Курс лекций по общему землеведению/ Ю.А. Гледко, М.В. Кухарчик. – Мн., 2008. – 205 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 / Г.В. Войткевич, В.А. Вронский. – 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 / А.Г. Исаченко. – 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. Киселёв, В.Н. Основы экологии/ В.Н. Киселев. – 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., Матвеев Ю.Л., Переведенцев Ю.П., Тудрий В.Д. Основы экологии атмосферы. – 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., Матвеев Ю.Л., Тудрий В.Д. Основы экологии атмосферы. – Казань, 2001. - Ч. 2. – 59 с.
16. Прибылов, К.П., Савельев В.П., Латыпов З.М. Основы химии атмосферы. – Казань, 2001. – 211 с.
17. Творцы отечественной науки. Географы / отв. ред. и составитель В.Ф. Есаков. – М., 1996. – 576 с.
18. Хромов, С.П., Петросянц М.А. 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.
20. География. Современная иллюстрированная энциклопедия. – М.: Росмэн. Под редакцией проф. А. П. Горкина. 2006.

***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. – 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.

***Атласы:***

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

***Электронные ресурсы***

1. <http://geomatica.como.polimi.it/elab/geoid/geoidViewer.html> – виртуальный геоид по данным спутниковых измерений проектов GRACE и GOSE
2. <http://earthdata.nasa.gov/> – NASA's Earth Observing System Data and Information System. Тематический каталог геоданных.
3. <http://www.meteoinfo.ru/ocean> – карты текущей погоды и климата Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Россия).
4. <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/> – база данных землетрясений USGS.
5. [http://www.climate.gov](http://www.climate.gov/) – климатические данные и результаты их визуализаций Национального управление океанических и атмосферных исследований США (англ. National Oceanic and Atmospheric Administration ([NOAA](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%BE%D0%BA%D0%B5%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D0%B8_%D0%B0%D1%82%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%8B%D1%85_%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9)).
6. <https://www.usgs.gov> – официальный сайт геологической службы США
7. <https://www.unidata.ucar.edu/> – The Unidata Program Center – сообщество более 160 организаций в области систематизации геоданных.
8. http://www.ecosystema.ru/08nature/world/index.htm – образовательный портал. Раздел природа мира.