

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ГЕОГРАФИИ И ГЕОИНФОРМАТИКИ
Кафедра общего землеведения и гидрометеорологии**

Ю. А. Гледко

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕВЕДЕНИЕ

**Краткий курс лекций для иностранных студентов
специальностей 1-31 02 01 «География (по направлениям)»,
1-31 02 02 «Гидрометеорология»,
1-31 02 03 «Космоаэрокартография»,
1-33 01 02 «Геоэкология», 1-56 02 02-01 «ГИС (земельно-кадастровые)»,
1-51 01 01 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»
1-31 02 04 «Геотехнологии туризма и экскурсионная деятельность»**

**МИНСК
2021**

УДК 911.2(075.8)
ББК 26.82я73
Г53

Рекомендовано советом
факультета географии и геоинформатики БГУ
24 февраля 2021 г., протокол № 6

Р е ц е н з е н т ы:
кандидат географических наук, доцент *Е. В. Матюшевская*;
кандидат географических наук, доцент *А. В. Таранчук*

Гледко, Ю. А.
Г53 **Общее землеведение : краткий курс лекций для иностранных студентов / Ю. А. Гледко. – Минск : БГУ, 2021. – 49 с.**

Краткий курс лекций разработан на основе учебной программы по дисциплине «Общее землеведение». Рассматриваются составляющие географической оболочки: литосфера, атмосфера, гидросфера и биосфера, факторы, формирующие географическую оболочку и основную ее структурную особенность – широтную зональность.

Предназначено для иностранных студентов географических специальностей.

УДК 911.2(075.8)
ББК 26.82я73

©БГУ, 2021

ВВЕДЕНИЕ

Общее землеведение – основа географического образования, его фундамент в системе географических наук. Наиболее важной задачей дисциплины является изучение географической оболочки, ее структуры и пространственной дифференциации, основных географических закономерностей. Эта задача обуславливает теоретическое содержание дисциплины. 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.

Роль общего землеведения в системе географических наук уникальна. Представления землеведения (зональность, целостность, системность, эндогенное и экзогенное происхождение ряда форм рельефа и т.д.) играют ведущую роль в формировании гипотез о строении внешних оболочек других планет Солнечной системы, определяющих программы их исследования с помощью космических средств. Большинство наук о Земле опираются на базисные представления землеведения о взаимосвязях атмосферы, гидросферы, растительности и рельефа, суши и океанов, различных природных зон.

В системе фундаментального географического образования учебная дисциплина «Общее землеведение» выполняет несколько важных функций:

- Дисциплина вводит будущего географа в его сложный профессиональный мир, закладывая основы географического мировоззрения и мышления.
- Землеведение – это теория географической оболочки (ГО) как целостной системы.
- Общее землеведение обеспечивает правильность понимания прошлого, аргументированность причин и следствий современных процессов и явлений в ГО, корректность их анализа и переноса на аналогичные события былого.
- Землеведение – это своеобразный мост между географическими знаниями, навыками и представлениями, полученными в школьных курсах, и теорией ГО.

Данное пособие предназначено для освоения учебной программы учебной дисциплины «Общее землеведение» иностранными студентами, обучающимися по географическим специальностям.

ТЕМА 1

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕВЕДЕНИЕ КАК НАУКА. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ НАУКИ. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1. Общее землеведение как наука

Общее землеведение – фундаментальная наука, изучающая общие закономерности строения, функционирования и развития географической оболочки (ГО).

Объект изучения общего землеведения – географическая оболочка (ГО). *Предметом* изучения общего землеведения (ОЗ) являются структура, внутренние и внешние взаимосвязи, динамика функционирования ГО как целостной системы.

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. 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 (рис. 1).

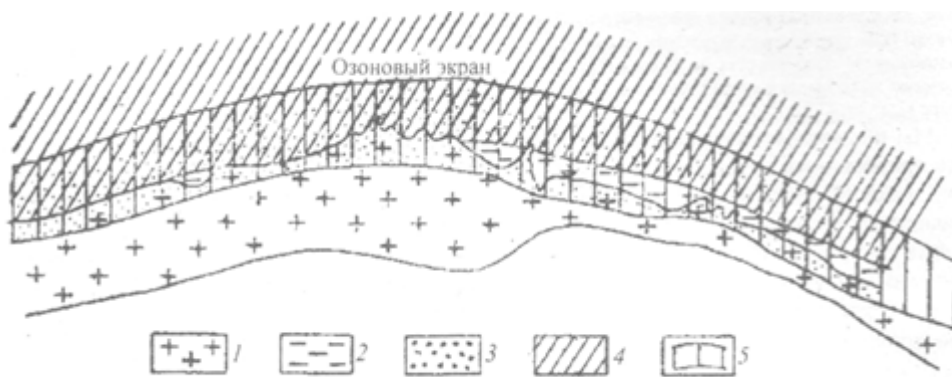


Рис. 1. Схема строения географической оболочки (Верзилин, 2005):
1 – земная кора; 2 – гидросфера; 3 – биосфера; 4 – атмосфера;
5 – географическая оболочка

Границы ГО следует проводить по границе наиболее активного взаимодействия всех компонентов и проявлению географических закономерностей, особенно географической *зональности*. К географической оболочке, 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.*

1.2. История развития науки

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

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

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

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

1. Античная география (VIII в. до н. э. – II в. н.э.) в основном выполняла *описательную функцию*, однако в недрах описательного направления зарождалось другое направление – *аналитическое*: первые географические теории появились в античное время.

В странах Запада география восходит к древнегреческим ученым, которые создали систему основных понятий и модель, или парадигму, научного метода, которыми в течение многих столетий руководствовались западноевропейцы: Гомер, Фалес Милетский, Анаксимандр, Геродот, Платон, Аристотель, Пифей, Эратосфен, Гиппарх, Страбон, Птолемей.

2. 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.

В Европе, церковь преследовала науку и отвергала многие полученные ранее знания из области естествознания, например, о шарообразности Земли, установленные очертания материков и т.д.

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 о Персии и Индии (1466-1478).

3. Эпоха Великих географических открытий XV – XVII вв.:

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

Достижением географии стало также широкое использование навигационных приборов и карт. Изобретение книгопечатания с металлических пластин И. Гутенбергом способствовало появлению печатных карт и атласов. Точность карт становилась более высокой благодаря использованию картографических проекций, разработанные главным образом фламандским картографом Г. Меркатором (1512-1594). Основные центры развития географии в этот период – Венеция, Флоренция, Голландия. 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, Великобритании, Франции, Голландии), а также успехи науки оказывали существенное 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-Тянь-Шанский, В. Обручев), Африки (Д. Ливингстон, Г. Стэнли, В. Юнкер, Е. Ковалевский, Н. Вавилов), Южной Америки (А. Гумбольдт, А. Веспуччи).

4. 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. Земноводный круг в целом изучает всеобщая география. Отдельные области – предмет частной географии.

5. 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.

Александр фон Гумбольдт («Космос»), Карл Риттер, Э. Реклю, Ф. Ратцель, Ф. Рихтгофен, Э. Ленц внесли значительный вклад в понимание географических особенностей отдельных частей Земли и обогатили содержание теоретического землеведения и физической географии.

6. 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 других.

7. Конец XIX – XX вв. – А. Н. Краснов (автор первого русского учебника для университетов по общему землеведению), П. И. Броунов, А. А. Григорьев, Л. С. Берг, С. В. Калесник и другие.

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 (учение о ГО).

8. XX – XXI вв.

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. Мониин), 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 земледование, глобальная экология и т.д.

С помощью радио- и фотокосмических методов появляется возможность дистанционного видения Земли и изучения динамических процессов, происходящих на ее поверхности. Стало доступным картографическое, математическое и физическое моделирование многих процессов, происходящих в географической оболочке. Особую роль играет системный подход, позволяющий рассматривать объекты природы как совокупность взаимодействующих компонентов, составляющих целостную географическую систему.

1.3. Основные методы исследований

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

1. Важнейшим *общенаучным методом* является материалистическая диалектика. С материалистической диалектикой связан и исторический метод.

Общенаучное значение имеет системный подход к изучаемому объекту. Каждый объект рассматривается как сложное образование, состоящее из структурных частей, взаимодействующих друг с другом.

2. *Междисциплинарные методы* – общие для группы наук. В географии это – математический, геохимический, геофизический методы, метод моделирования.

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

Контрольные вопросы:

1. Что такое общее земледование. Что является объектом и предметом общего земледования?
2. Что такое географическая оболочка? Каковы ее границы?
3. Назовите ученого, который дал определение термину «географическая оболочка».
4. Перечислите основные этапы становления общего земледования.
5. Назовите методы общего земледования.

ТЕМА 2

ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ В СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ И КОСМОСЕ

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.

На 26-й Ассамблее Международного астрономического союза, которая состоялась в Праге в 2006 г., была утверждена классификация небесных тел, составляющих Солнечную систему. В настоящее время она выглядит так:

1. Классическая планета – это небесное тело, которое обращается вокруг Солнца, имеет достаточную массу, для того чтобы принять близкую к сферической форму, и очищает окрестности своей орбиты (т.е. рядом с планетой нет других сравнимых с ней тел). Планеты земной группы: Меркурий, Венера, Земля, Марс. Газовые гиганты: Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун.

2. Карликовая планета – это небесное тело, которое обращается вокруг Солнца, имеет достаточную массу, для того чтобы принять близкую к сферической форму, не очищает окрестности своей орбиты и не является спутником планеты. К карликовым планетам предложено относить все планеты меньше Меркурия. В настоящее время в этот класс внесены Плутон, Эрида и самое крупное тело пояса астероидов – Церера (975 км).

3. Все остальные объекты, обращающиеся вокруг Солнца, охватываются понятием «малые тела Солнечной системы». Это астероиды, кометы и почти все транснептуновые объекты (небесные тела Солнечной системы, которые обращаются по орбите вокруг Солнца и у которых среднее расстояние до Солнца больше, чем у Нептуна (30 а.е.).

Таким образом, Солнечная система состоит из центральной звезды – Солнца, восьми планет, более 60 спутников, более 40 000 астероидов и около 1 000 000 комет.

Планеты условно делятся на две большие группы: планеты земной группы и планеты-гиганты.

Планеты земной группы отличается:

1. Близкое расположение к Солнцу.

2. Небольшие размеры (радиус Меркурия равен 2440 км, Венеры – 6052, Земли – 6371, Марса – 3390 км).

3. Высокая плотность вещества (Меркурий – 5,42 г/см³, Венера – 5,25 г/см³, Земля – 5,5 г/см³, Марс – 3,95 г/см³).

4. Основными составляющими являются силикаты (соединения кремния) и железо, следовательно, планеты земной группы твердые тела.

5. Медленно вращаются вокруг своей оси (у Меркурия период вращения равен 58,7 земных суток, у Венеры – 243, у Марса – немного больше суток). Следует отметить, что Венера вращается в обратном направлении (т.е. в направлении, противоположном направлению обращения большинства планет вокруг Солнца).

6. Небольшое полярное сжатие, т.е. они имеют близкую к шару форму.

7. Значительная скорость орбитального движения (Меркурий – 48 км/с, Венера – 35 км/с, Марс – 24 км/с).

8. Имеют всего три спутника: у Земли – Луна, у Марса – Фобос и Деймос.

Планеты гиганты:

1. Расположены на большом расстоянии от Солнца.

2. Имеют большие размеры (радиус Юпитера равен 69 911 км, Сатурна – 58232 км, Урана – 25 362 км, Нептуна – 24 624 км).

3. Плотность планет небольшая (Юпитер – 1,3 г/см³, Сатурн – 0,69 г/см³, Уран – 1,29 г/см³, Нептун – 1,64 г/см³).

4. Наиболее распространенными химическими элементами являются водород и гелий, следовательно, планеты-гиганты представляют собой газовые шары.

5. Большая скорость вращения вокруг своей оси, от 10 ч – у Юпитера, до 17 ч – у Урана, как следствие – большое полярное сжатие (у Сатурна – 1/10). Уран – вторая планета Солнечной системы, после Венеры, испытывающая обратное вращение.

6. Скорость орбитального вращения – небольшая (полный оборот вокруг Солнца Юпитер совершает за 11,86 года, а Нептун за 165 лет).

7. Имеют большое количество спутников. У Юпитера известны 16 спутников, среди которых самые крупные (Ио, Европа, Ганимед и Каллисто) превосходят по размерам Луну. Наиболее выразительная особенность Сатурна – наряду с относительно крупными спутниками (всего их 17, крупнейший – Титан с радиусом более 2500 км) у него присутствует система колец, образованных огромным числом отдельных частиц из льда и замерзших газов, движущихся по своим орбитам без столкновений. У

Урана выявлено 9 спутников, из которых самый крупный – Титания с радиусом около 800 км, а у Нептуна – 11 спутников, среди которых один крупный (Тритон с радиусом около 1400 км).

Земля – третья от Солнца планета Солнечной системы и самая крупная планета земной группы.

Масса Земли – $5,98 \times 10^{24}$ кг, объем – $1,08 \times 10^{12}$ км³.

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.

Вокруг Солнца Земля вращается по эллиптической орбите (длина 934 млн км) со скоростью 29,765 км/с. Солнце расположено в одном из фокусов этой орбиты. Средний радиус орбиты – 149,6 млн км. 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 сут 6 ч 9 мин 9 с.

Географические следствия орбитального движения Земли:

1. Земная ось наклонена по отношению к плоскости орбиты и образует с нею угол, равный $66^{\circ}33'$. В процессе движения ось перемещается поступательно, поэтому на орбите возникают 4 характерные точки: **21 марта** и **23 сентября** – дни равноденствий; **22 июня** и **22 декабря** – дни летнего и зимнего солнцестояний.

2. С наклоном земной оси к плоскости орбиты связано наличие таких характерных параллелей, как тропики и полярные круги. **Полярный круг** – параллель, широта которой равна углу наклона земной оси к плоскости орбиты ($66^{\circ}33'$). **Тропик** – параллель, широта которой дополняет угол наклона земной оси до прямого ($23^{\circ}27'$).

3. Смена времен года: зима, весна, лето, осень – северное полушарие (СП); лето, осень, зима, весна – южное полушарие (ЮП), годовой ритм в ГО.

4. Образование поясов освещения, которые выделяются по высоте Солнца над горизонтом и продолжительности освещения.

Вокруг оси Земля вращается с запада на восток против часовой стрелки, совершая полный оборот за сутки – 23 ч 56 мин 4 с. Ось вращения отклонена на $23^{\circ}27'$ от перпендикуляра к плоскости эклиптики. Географические следствия осевого вращения Земли:

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:

$$F = 2mv\omega\sin\varphi,$$

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

4. Ось вращения, полюсы и экватор являются основой географической системы координат.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите космические и планетарные факторы формирования географической оболочки.
2. Что такое тектонический цикл?
3. Как классифицируются небесные тела в Солнечной системе?
4. Перечислите черты сходства и различия у планет земной группы и планет гигантов. Чем они обусловлены?
5. Перечислите географические следствия орбитального движения Земли.
6. Перечислите географические следствия осевого движения Земли.

ТЕМА 3 ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ И СОСТАВ ЗЕМЛИ

3.1. Происхождение Земли

В развитии Земли можно выделить несколько этапов:

1. Около 4,6 млрд лет. Стадия первоначального сгустка материи в материнском пылегазовом облаке (образование планетезималей). Разогрев только что образовавшейся и изначально холодной Земли шел под действием трех главных процессов: аккреции (процесс приращения массы небесного тела путем гравитационного притяжения материи (обычно газа) на него из окружающего пространства); распада радиоактивных изотопов; приливных взаимодействий с Протолуной.

2. Около 4–3,8 млрд лет. Стадия небольшой планеты (сравнимой по объему с нынешним Меркурием), уже способной удерживать вокруг себя постоянную газовую оболочку. Выделение зародыша ядра. Зачатки тектонической деятельности (источники энергии: распад радиоактивных веществ и, возможно, начало гравитационной дифференциации). Появление первых рифтовых трещин, магматические излияния, дегазация мантии. Выделение с изверженными породами газов H_2O , CO_2 , NH_4 и включение их в состав первичной атмосферы, конденсация гидросферы.

Образование планеты сопровождалось сильным *гравитационным сжатием* и выделением столь большого количества тепла, что первые сотни миллионов лет у поверхности Земли существовал магматический океан, или расплавленная первичная *астеносфера*. Так как в расплаве (магме) находились вещества, разные по составу и плотности, в том числе и радиоактивные, началась *гравитационная дифференциация*. При этом более плотные вещества (тяжелые металлы) погружались, образуя металлическое (железное) ядро планеты, а менее плотные (силикаты) всплывали, постепенно создавая мантию и литосферу. Дифференциация сопровождалась дегазацией мантийного вещества, при которой легкокипящие фракции переходили в газообразное состояние и, выходя на поверхность, формировали первичную плотную и горячую атмосферу Земли.

3. Около 3,8–3,5 млрд лет. Земля достигает современных размеров. Ее внешняя каменная оболочка – базальтового состава. Накопление неживого органического вещества и развитие его в сторону образования высокомолекулярных соединений.

4. Около 3,5–3 млрд лет. Появление доклеточных форм жизни. Организмы только гетеротрофные.

5. Около 3 млрд лет. Появление одноклеточных организмов и возникновение автотрофных живых существ. Обогащение атмосферы свободным кислородом и азотом за счет жизнедеятельности микроорганизмов.

Возраст Земли устанавливается с помощью радиоактивного метода, применять его можно только к породам, содержащим радиоактивные элементы. Возраст Земли определяется в интервале 4–6 млрд лет. Непосредственно восстановить историю развития земной поверхности удастся пока

в общих чертах, начиная с тех времен, от которых сохранились древнейшие горные породы, т.е. примерно за 3–3,5 млрд лет (С. В. Калесник).

3.2. Внутреннее строение Земли

К методам изучения внутреннего строения Земли относятся:

1. Наблюдения на земной поверхности.

Важнейшую информацию для восстановления картины начального состояния Земли несут *метеориты*, потому что они, как полагают, являются «окаменевшими остатками» ранней Солнечной системы и тем самым дают сведения об аккреции планет, следы которой впоследствии были стерты планетной эволюцией.

Среди метеоритов наибольший интерес представляют углистые (углеродистые) хондриты, отличающиеся от других типов метеоритов значительным содержанием связанной воды, углеродных соединений и серы, но малым содержанием свободных металлов.

Сделать выводы о том, каково строение недр Земли, можно также на основании наблюдений на земной поверхности, например, в обрывах на склонах долин рек, прорезающих равнину. Однако, на равнине глубина долин редко достигает 200 м, как правило она гораздо меньше, в отличие от горных рек, долины которых отличаются не только большой глубиной, но и отвесными склонами, близко подходящими друг к другу (Гранд-Каньон на плато Колорадо, глубина достигает 1800 м).

2. Метод бурения скважин (самая глубокая скважина в мире Кольская, 12 262 м).

3. Геофизические методы:

- скорость распространения сейсмических волн (продольные – Р и поперечные – S);
- изменение величины и направления силы тяжести (уловимы только точными приборами);
- магнитные свойства и величина электропроводности пород.

Как в любой сплошной среде, в недрах Земли распространяющиеся колебания имеют две ортогональные составляющие: *продольные (Р)* волны связаны с напряжениями растяжения (сжатия), ориентированными по направлению их распространения; *поперечные (S)* волны вызывают колебания среды, ориентированные под прямым углом к направлению их распространения.

Важно помнить, что любое упругое колебание, распространяющееся в недрах Земли, имеет обе компоненты, продольную и поперечную, т.е. генерирует как Р-, так и S-волны. Однако S-волны в отличие от Р-волн в жидкой среде не распространяются.

Современная модель внутреннего строения Земли выглядит следующим образом (рис. 2):

1. Земная кора (оболочка А, кора) – внешняя приповерхностная оболочка Земли. Средняя плотность – $2,67 \text{ г/см}^3$. Давление – $0,9 \times 10^9 \text{ Па}$, или примерно 1 ГПа.

2. Граница (раздел) Мохоровичича (Мохо, М) – граница между земной корой и подстилающей верхней мантией. *На границе М скорость Р-волн скачкообразно возрастает до примерно постоянной величины около 8 км/с. Граница М выражена глобально, т.е. отчетливо прослеживается под континентами (20-80 км) и океанами (6-7 км).*

3. Подкоровая мантия (оболочка В). Распространяются как Р-, так и S-волны, причем скорость тех и других с глубиной плавно возрастает, что объясняется уплотнением пород за счет возрастающего литостатического давления.

4. Астеносфера (сейсмическая оболочка С) – верхняя мантия в интервале глубин между 50 – 80 км для океанов (200 – 300 км для континентов) и 660 – 670 км.

5. Нижняя мантия (оболочка D). Распространяются Р- и S-волны; их скорость монотонно увеличивается соответственно до 13 и 7 км/с.

В мантии плотность постепенно возрастает за счет сжатия силикатного вещества и фазовых переходов от $3,3 \text{ г/см}^3$ в подкоровой части до $5,5 \text{ г/см}^3$ в низах нижней мантии. Температура на границе верхней и нижней мантии – 1800°C .

6. Внешнее ядро (оболочка Е). Во внешнем ядре скорость распространения Р-волн резко падает (до 8 км/с), а S-волны перестают распространяться вовсе. На этом основании предполагается, что внешнее ядро Земли находится в *жидком* состоянии.

7. Граница между нижней мантией (оболочкой D) и внешним ядром (оболочкой Е) находится на глубине 2 891 км и носит название границы (раздела) Гутенберга. Плотность скачком увеличивается почти вдвое – до 10 г/см^3 во внешнем ядре. Давление – 135 ГПа. Температура – 2500°C .

8. Внутреннее ядро (оболочка G), глубже 5 150 км. Вновь начинают распространяться S-волны и возрастает скорость распространения Р-волн, из чего следует вывод о *твердом* состоянии внутреннего ядра Земли. Скачок плотности, но менее интенсивный – от $11,4$ до $13,8 \text{ г/см}^3$, происходит на границе внутреннего и внешнего ядра.

В центре Земли (6 371 км) плотность вещества достигает $14,3 \text{ г/см}^3$. Давление на границе между внутренним и внешним ядрами и вблизи центра Земли составляют соответственно 340 и 360 ГПа, температура – 3300°C и 3400°C .

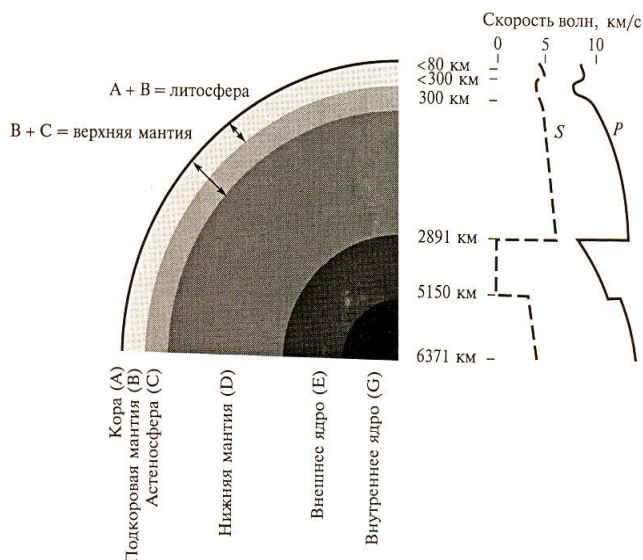


Рис. 2. Внутреннее строение Земли и скорости распространения продольных (P) и поперечных (S) сейсмических волн (по Аглонову, 2001)

Фундаментальное положение описанной выше скоростной модели Земли состоит в том, что наша планета является **радиально симметричным телом и состоит из серии концентрических оболочек**, представляющих:

- **железистое ядро** (сейсмические оболочки E и G),
- **силикатную мантию** (B, C и D),
- **алюмосиликатную кору** (A).

Основная часть массы нашей планеты (**около 68%**) приходится на ее относительно легкую, но мощную **мантию**, из которой примерно 50% – на нижнюю мантию и около 18% – на верхнюю.

Оставшиеся 32% общей массы Земли приходятся в основном на **ядро**, причем его жидкая внешняя часть (29% общей массы Земли) гораздо тяжелее, чем внутренняя твердая (около 2%).

На кору остается лишь **менее 1%** общей массы планеты.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите основные этапы формирования планеты Земля.
2. Какие методы определения возраста планеты Земля вы знаете?
3. Перечислите методы изучения внутреннего строения Земли.
4. В чем суть геофизических методов изучения внутреннего строения Земли?
5. Как выглядит современная модель внутреннего строения Земли?
6. В чем суть скоростной (на основе скорости распространения сейсмических волн) модели внутреннего строения Земли?

ТЕМА 4

ЛИТОСФЕРА – ТВЕРДАЯ ОБОЛОЧКА ЗЕМЛИ

Литосфера— это внешняя жесткая оболочка планеты, которая включает в себя земную кору и верхнюю часть верхней мантии до астеносферы и сохраняющая упругие свойства в течение длительных по геологическим масштабам промежутков времени. Мощность литосферы составляет 30-410 км (рис. 3).

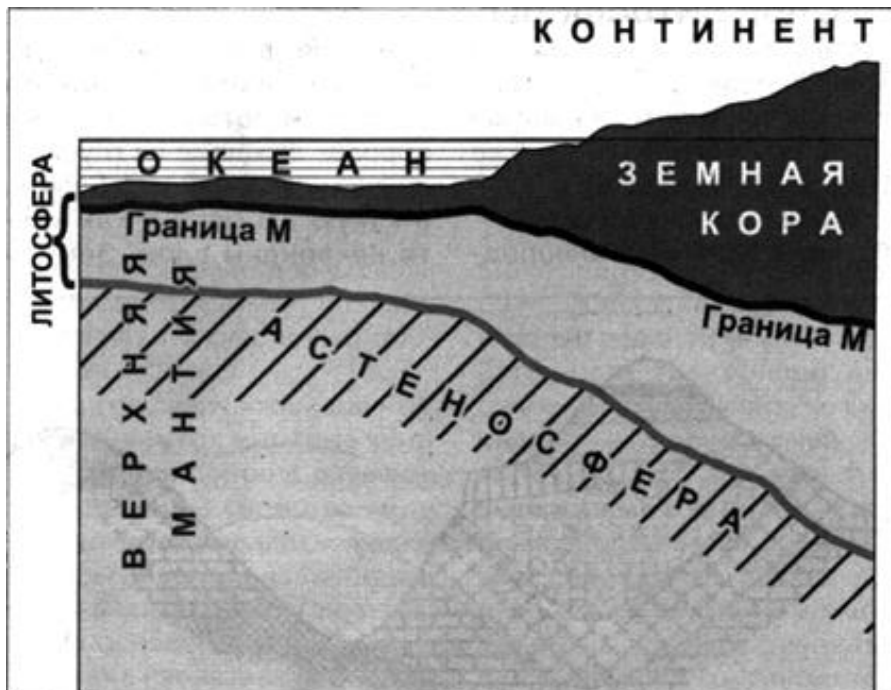


Рис. 3. Соотношение земной коры, мантии и литосферы

Большую часть объема земной коры занимают кристаллические породы магматического и метаморфического происхождения (около 90%). Однако для ГО более существенна роль маломощного и прерывистого осадочного слоя, который на большей части земной поверхности непосредственно контактирует с водой, воздухом, принимает активное участие в географических процессах (мощность 2,2 км – от 12 км в прогибах, до 400–500 м в океаническом ложе). Наиболее распространены глины и глинистые сланцы, пески и песчаники, карбонатные породы.

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

Породы литосферы имеют низкую температуру и потому не претерпевают значительных деформаций в течение временных интервалов вплоть до 10^9 лет.

4.1. Типы земной коры

Существует два основных типа земной коры – континентальная и океаническая, принципиально отличающиеся по структуре, составу, возрасту и генезису.

I. Континентальная кора имеет среднюю мощность около 35 км.

Средняя высота континентальных областей, занимающих около 30% земной поверхности, составляет + 870 м над уровнем моря, при самой высокой точке + 8848 м (гора Джомолунгма).

Континентальная кора представлена породами, образовавшимися на протяжении интервала, охватывающего большую часть геологической истории Земли – древнейшие на сегодняшний день радиологические датировки пород и минералов континентальной коры составляют 3,8 млрд лет (Гренландия) и 4,1 млрд лет (Австралия).

Под материковыми платформами континентальная кора имеет наиболее полный разрез и состоит из трех слоев:

1. Верхний слой, как правило, представлен осадочными породами, часто с подчиненными включениями вулканических и слабометаморфизованных пород, с диапазоном изменения скоростей Р-волн от 2 до 5 км/с. Этот слой условно называется *осадочным*, его средняя мощность около 2,5 км.

2. Собственно *верхняя кора* (в устаревшей терминологии – «гранитный слой»), характеризующаяся узким диапазоном изменения скоростей Р-волн от 5,9 до 6,5 км/с. Составы интрузивных пород, которыми представлена верхняя кора значительно различаются и колеблются от средних диоритов (55 – 60% SiO_2) до гораздо реже встречающихся собственно гранитов (более 70% SiO_2), поэтому и средний состав верхней коры ближе к составу гранодиоритов. Подошвой верхней континентальной коры служит граница Конрада, а средняя мощность верхней коры составляет около 18,5 км.

3. В *нижней коре* (в устаревшей терминологии – «базальтовом слое») скорости Р-волн изменяются в интервале от 6,5 до 7,6 км/с.

Состав нижней континентальной коры известен хуже, чем верхней, поскольку на поверхности Земли слагающие ее породы нигде не обнажаются. В настоящее время наиболее популярна модель, согласно которой нижняя кора большей части континентов сложена гранулитами среднего-

основного состава (45–60% SiO_2). Средняя мощность гранулитовой нижней коры 14 км.

II. Океаническая кора имеет среднюю мощность 6–7 км, причем на всем пространстве, где экспонирована океаническая кора (а это около 70% земной поверхности), за исключением срединно-океанических хребтов, подводных гор и плато, ее мощность остается примерно постоянной.

Средняя глубина океанических котловин – около 4,5 км (при максимальной глубине 11022 м в Марианской впадине). Возраст древнейших пород океанического дна – чуть больше 160 млн лет (средняя юра). Это означает, что вся современная океаническая кора образовалась в интервале времени, составляющем всего 3–4% от геологического возраста Земли.

В океанах выделяются три основные геоморфологические провинции:

- срединно-океанические хребты со средней глубиной гребней около 3 км;
- океанические абиссали со средней глубиной 6,5 км;
- континентальные окраины, которые могут быть пассивными или активными (в первом случае окраине соответствует континентальный склон, во втором – глубоководный желоб).

Наиболее полный разрез океаническая кора имеет под абиссальями и состоит из трех слоев:

Слой 1 – осадочный, его средняя мощность 0,4 км. В среднем по всем океанам мощность слоя 1 закономерно возрастает в стороны от срединно-океанических хребтов, где кора имеет самый молодой (в рифтовых зонах хребтов – «нулевой») возраст, и осадки попросту отсутствуют, поскольку не успевают накопиться.

Вблизи континентальных окраин, где океаническая кора наиболее зрелая, а источник сноса расположен близко, мощность осадочного слоя резко увеличивается, иногда до 12–15 км.

Слой 2 имеет среднюю мощность 1,4 км, изменяющуюся в пределах от 1,0 до 2,5 км и в целом представлен оливковыми базальтами с низким содержанием калия, причем средний состав слоя 2 остается практически постоянным для коры всего Мирового океана.

Слой 3 имеет среднюю мощность около 5 км и в современных моделях океанической коры подразделяется на две части: верхний подслей представлен габбро, нижний подслей – серпентинизированными перидотитами, образующимися за счет гидратации верхней мантии в условиях интенсивной гидротермальной циркуляции. Таким образом, нижний подслей в отличие от всей остальной океанической коры первично мантийного происхождения.

III. 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.

IV. Рифтогенная земная кора – характерна для срединно-океанических хребтов, мощность 1,5–2 км. В рифтовых зонах хребтов кора имеет самый молодой «нулевой» возраст и осадки попросту отсутствуют, поскольку не успевают накопиться.

В срединно-океанических хребтах близко к поверхности подходят породы мантии. Характерная форма пород, образующихся в процессе мгновенного застывания базальтовой лавы при контакте с холодной океанской водой, закрепила за ними название подушечных лав, или пиллоу-лав (базальтов) – высокопористые и водонасыщенные, мощность – 0–1 км.

4.2. Теория литосферных плит (новая глобальная тектоника), основные положения

Существует несколько тектонических концепций, каждая из которых хотя и основана на бесспорных фактах, однако отражает одну сторону тектонической истории Земли, не охватывая общего ее хода, и противоречит другим фактам, которые, в свою очередь, удачно объясняются другой теорией. Такое состояние тектонической проблемы объясняется тем, что геология и геофизика основывают свои выводы на исследовании материков, которые занимают всего 29,2% Земли. Вплоть до 1960-х гг. господствующей системой воззрений на динамику и развитие земной коры была **теория фиксизма** (от лат. *fixus* – неподвижный, неизменный), утверждавшая неизменное (фиксированное) положение континентов на поверхности Земли и ведущую роль вертикальных движений в развитии земной коры.

Лишь к 1960-м гг., когда уже была открыта общемировая система срединно-океанических хребтов, возникла практически новая теория – **теория современной тектоники плит (новая глобальная тектоника)**. Новая теория утверждает: в движении материков участвуют плиты, в состав которых входят и участки суши, и дно океана; границы между плитами могут проходить и по дну океана, и по суше, и по границам материков и

океанов. В этом ее важнейшее отличие от гипотезы Вегенера (1912 г.), считавшего, что материки двигались по веществу, которым сложено океаническое дно.

Основные положения теории современной тектоники плит:

1. Первой предпосылкой тектоники плит является разделение верхней части «твердой» Земли на две оболочки, существенно отличающиеся по свойствам – жесткую литосферу и более подвижную, пластичную *астеносферу*.

2. Литосфера разделена на ограниченное число плит – в настоящее время 7 крупных и примерно столько же малых, границами которых являются *срединно-океанические хребты и глубоководные желоба*.

К крупным литосферным плитам относятся (7): Евроазиатская, Индийско-Австралийская, Тихоокеанская, Африканская, Северо-Американская, Южно-Американская, Антарктическая. 6 средних – Аравийская, Сомалийская, Карибская, Филиппинская, Наска и Кокос (рис. 4).

3. По характеру взаимодействия смежных плит границы между ними могут относиться к одному из трех типов:

Дивергентному (спрединг) – литосферные плиты расходятся, освобождающееся между ними пространство заполняется поднимающимся снизу веществом астеносферы. В океанах им соответствуют срединно-океанические хребты с рифтовыми зонами на гребнях. Если дивергентная граница пересекает материк, то над ней возникает континентальная (материковая) рифтовая зона.

Конвергентному – схождение литосферных плит:

а) Субдукция (лат. sub – под, ductio – ведение).

Выделяют 2 типа зон субдукции:

– **окраинно-материковый** (андский) и

– **океанский** (марианский)

б) Коллизия (столкновение литосферных плит).

Трансформному. На трансформных границах не происходит ни наращивания, ни поглощения литосферы, плиты просто скользят друг относительно друга. Свое название они получили из-за того, что, как правило, соединяют (трансформируют) границы других типов – чаще всего дивергентные, реже конвергентные или дивергентные с конвергентными.

4. Объем поглощенной в зонах субдукции океанической земной коры равен объему коры, рождающейся в зонах спрединга.

5. Основная причина движения плит заключается в *мантийной конвекции* (в пер. с лат. «доставка»), причиной которой является накопление тепла в недрах Земли вследствие его выделения при распаде радиоактивных элементов.

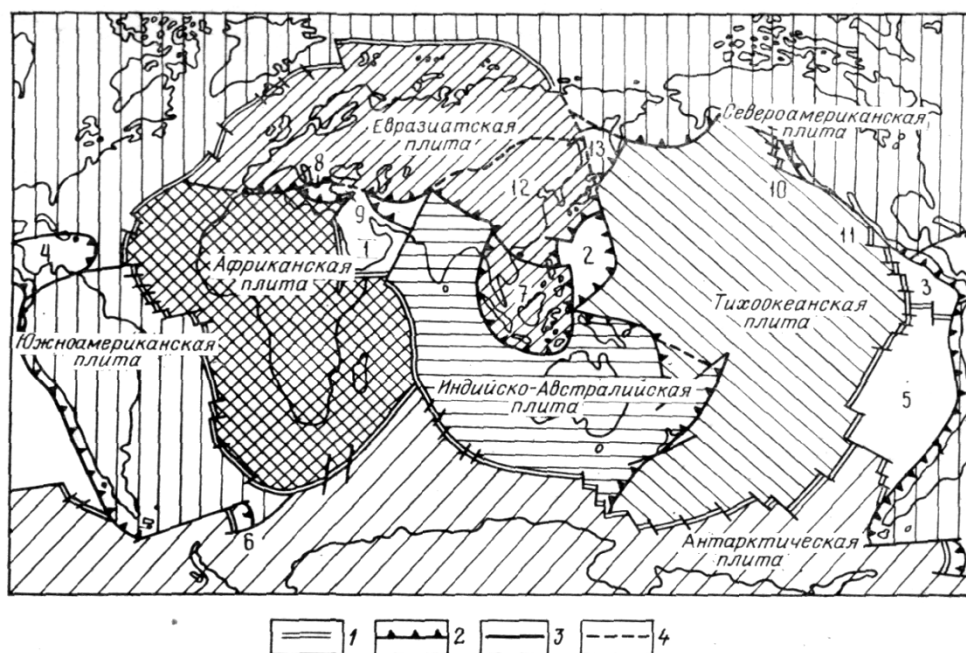


Рис. 4. Типы границ и схема расположения основных литосферных плит: границы плит: 1 – оси спрединга (наращивания коры), 2 – зоны субдукции (поглощения коры), 3 – скольжения (трансформные разломы), 4 – условные границы; малые плиты и микроплиты: 1 – Аравийская, 2 – Филиппинская, 3 – Кокос, 4 – Карибская, 5 – Наска, 6 – Южно-Сандвичева, 7 – Индокитайская, 8 – Эгейская, 9 – Анатолийская, 10 – Хуан-де-Фука, 11 – Ривера, 12 – Китайская, 13 – Охотская

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

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

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

Сущность *эпейрогенических движений* сводится к тому, что огромные участки литосферы испытывают медленные поднятия или опускания. Они являются преимущественно вертикальными, глубинными, проявление их не сопровождается резким изменением первоначального залегания горных пород.

Складкообразовательные 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 (тогда как колебательные 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 процессе складкообразования движение вещества земной коры всегда идет по двум направлениям – и горизонтально, и вертикально, т.е. тангенциально и радиально. Следствием тангенциального движения и является образование складок, надвигов и т.п. Движение радиальное 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.

4.3. Основные морфоструктуры Земли: геосинклинали, платформы

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

Самыми молодыми структурными элементами материковой земной коры являются геосинклинали. **Геосинклиналь** – это высокоподвижный, линейно-вытянутый и сильно расчлененный участок земной коры, характеризующийся разнонаправленными тектоническими движениями высокой интенсивности, энергичными явлениями магматизма, включая вулканизм, частыми и сильными землетрясениями. Геологическая структура, возникшая там, где движения имеют геосинклинальный характер, носит название **складчатой зоны**. В своем развитии геосинклиналь проходит несколько стадий. На *ранней стадии* наблюдается общее погружение и накопление в геосинклинали мощных толщ морских осадочных (характерны флиши – закономерное, тонкое чередование песчаников, глины и мергелей) и вулканогенных (лавы основного состава) пород. На *средней стадии*, когда в геосинклиналях накапливается толща осадочно-вулканических пород мощностью 8 – 15 км, процессы погружения сменяются постепенным вздыманием, осадочные породы подвергаются складкообразо-

ванию, а на больших глубинах – метаморфизации, по трещинам и разрывам, пронизывающим их, внедряется и застывает кислая магма. В *позднюю стадию* на месте геосинклинали под влиянием общего вздымания поверхности возникают высокие складчатые горы, увенчанные активными вулканами с излиянием лав среднего и основного состава; впадины заполняются континентальными отложениями, мощность которых может достигать 10 км и более. 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 периоду, затем следуют *байкальская* (конец протерозоя – начало кембрия), *каледонская*, или *нижнепалеозойская* (кембрий, ордовик, силур, начало девона), *герцинская*, или *верхнепалеозойская* (конец девона, карбон, пермь, триас), *мезозойская* (киммерийская), *альтйская* (конец мезозоя – кайнозой) эпохи.

Области земной коры, охваченные колебательными движениями малого размаха и малой скорости, называются **платформами**. Геологическая структура, возникающая в платформенных условиях, тоже называется платформой. Общей чертой всех платформ помимо их жесткости служит двухъярусная структура. *Нижний ярус, или фундамент*, 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 ярус)* – толща слоистых осадочных горных пород, накопившихся в течение фанерозоя. Это свидетельствует о небольшом размахе колебательных движений, вызывавших трансгрессии мелководных морей, сменявшихся затем регрессиями морей. Древние платформы отличает относительная стабильность, отсутствие складчатых движений, слабая дислоцированность. В рельефе им соответствуют большие равнины (включая отдельные внутриплатформенные горные страны).

В пределах платформы выделяются следующие крупнейшие структурные единицы: *щиты* – выходы на поверхность кристаллических пород, и *плиты* – породы фундамента погружены на глубину и перекрыты осадочным чехлом

Выделяют 10 крупных докембрийских платформ (рис. 5).

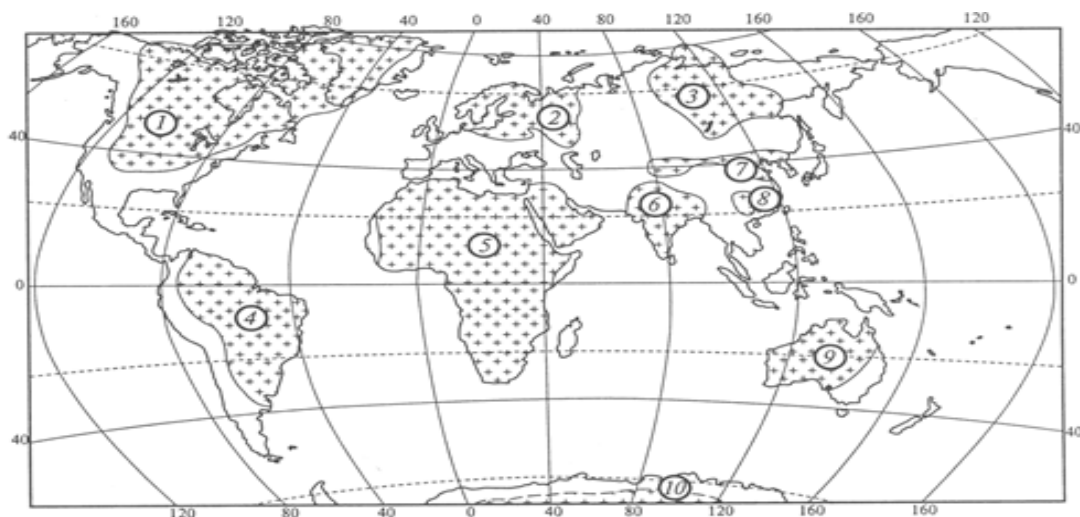


Рис. 5. Докембрийские платформы: 1 – Северо-Американская, 2 – Восточно-Европейская, 3 – Сибирская, 4 – Южно-Американская, 5 – Африкано-Аравийская, 6 – Индостанская, 7, 8 – Китайская, 9 – Австралийская, 10 – Антарктическая

4.4. Мегарельеф Земли

Существует генетическая классификация форм рельефа, предложенная И.П. Герасимовым и Ю.А. Мещеряковым. Они разделили рельеф на три крупные группы: геотектуры, морфоструктуры и морфоскульптуры.

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

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

Под воздействием экзогенных (внешних) факторов (текущих вод, ветра, колебаний температуры, снежного и ледникового покрова) земная поверхность расчленяется на **морфоскульптуры** – более мелкие формы рельефа (макроформы – крупные речные долины; 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.

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

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

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

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

Обобщенный профиль земной поверхности можно представить *гипсографической кривой*, которая показывает соотношение площадей, лежащих на разных высотах на суше и в океане. Средняя высота суши – 840 м (преобладают высоты менее 1000 м). Средняя глубина океана – 3800 м (преобладают глубины от 3000 до 6000 м).

Большая часть суши сосредоточена в северном полушарии. Южное полушарие – океаническое, 81 % его площади покрыто водой и только 19 % приходится на сушу. Северное полушарие – материковое, суша в нем занимает 39 %, а вода – 61 % общей поверхностью. Наиболее материковой является полоса, расположенная между 40 и 70° с.ш., именно те же широты, только южного полушария, оказываются наиболее океаническими.

Наряду с эндогенными процессами, большую роль в формировании лика планеты играют *экзогенные процессы*. Экзогенные процессы обусловлены притоком солнечной радиации, всемирным тяготением, поступлением космической пыли, осевым и орбитальным движением Земли. Суммарный эффект деятельности экзогенных процессов заключается в перемещении вещества с более высоких гипсометрических уровней на более низкие.

Экзогенные процессы образуют на поверхности Земли *морфоскульптуры*. Своеобразие и интенсивность проявления экзогенных процессов зависит от климата, следовательно, в размещении форм рельефа наблюдается широтная зональность и высотная поясность. Во влажном климате экваториальных и умеренных широт наибольшее развитие имеет *флювиальная морфоскульптура*, в засушливом климате тропических широт и внетропических пустынь – *эоловая*; в субарктических широтах и областях

распространения многолетнемерзлых пород – *криогенная морфоскульптура*, в полярных широтах – *гляциальная (ледниковая)*. *Склоновая, береговая, карстовая морфоскульптуры* развиты повсеместно, однако своеобразие их форм также подчинено зональности.

Контрольные вопросы:

1. Определите место литосферы во внутреннем строении Земли. Дайте определение термину «литосфера».
2. Перечислите основные химические элементы, входящие в состав литосферы.
3. В чем заключаются современные представления о типах земной коры?
4. Перечислите основные этапы становления представлений о тектонической активности Земли.
5. Перечислите основные положения теории литосферных плит.
6. В чем заключается суть понятий эпейрогенез и орогенез? В чем их отличия?
7. В чем заключается суть понятий платформы и геосинклинали? В чем их отличия?
8. Перечислите древние докембрийские платформы.
9. Перечислите эпохи горообразования от древнейшей к современной.
10. Дайте определения понятиям геотектуры, морфоструктуры и морфоскульптуры.
11. Что такое «материк», «гипсографическая кривая»?
12. Какова роль экзогенных процессов в формировании рельефа Земли?

ТЕМА 5

АТМОСФЕРА – ВОЗДУШНАЯ ОБОЛОЧКА ЗЕМЛИ

Атмосфера – это газовая оболочка Земли с содержащимися в ней аэрозольными частицами, движущаяся вместе с Землей в мировом пространстве как единое целое и одновременно принимающая участие во вращении Земли (табл. 1).

В атмосфере на основе её свойств выделяют слои. В соответствии с распределением температуры воздуха по вертикали в атмосфере выделяют *тропосферу, стратосферу, мезосферу, термосферу и экзосферу*, которая переходит в земную корону. По составу атмосферу делят на *гомосферу* и *гетеросферу*. Нижняя часть атмосферы, где воздух хорошо перемешан и поэтому имеет однородный состав, входит в состав гомосферы. Выше 100 км располагается гетеросфера, в пределах которой отмечается гравитационная дифференциация газов атмосферы, то есть с увеличением высоты доля газов с большей массой снижается, а удельный вес лёгких газов возрастает.

Таблица 1

Газовый состав сухого воздуха (без учета водяного пара) у поверхности Земли
(Атмосфера, 1991)

Газ		Содержание в сухом воздухе, %
N ₂	Азот	78,08
O ₂	Кислород	20,95
Ar	Аргон	0,93
CO ₂	Углекислый газ	0,03
Ne	Неон	0,0018
He	Гелий	0,0005
Kr	Криптон	0,0001
H ₂	Водород	0,00005
Xe	Ксенон	0,000009

5.1. Тепловые процессы в атмосфере

Главным источником энергии для происходящих в атмосфере процессов является **солнечная радиация**. Поступающая при среднем расстоянии от Земли до Солнца на перпендикулярную к солнечным лучам площадку, расположенную на верхней границе атмосферы, энергия называется **солнечной постоянной** и составляет 1367 Вт/м². До поверхности Земли доходит меньшее количество энергии, так как она частично *поглощается* (около 28 %) и *рассеивается* (около 26 %) в атмосфере. Непосредственно от диска Солнца и околосолнечного пространства в 5° поступает **прямая солнечная радиация**, от всего небесного свода поступает **рассеянная солнечная радиация**. **Суммарная солнечная радиация** представляет собой сумму прямой и рассеянной солнечной радиации.

Максимальные годовые значения суммарной солнечной радиации характерны для тропических пустынь, к экваториальным широтам они немного снижаются из-за увеличения степени облачности.

Суммарная радиация частично поглощается поверхностью Земли, частично отражается. **Отражённая радиация** частично поглощается атмосферой, частично уходит в межпланетное пространство.

Земная поверхность, как любое тело с температурой выше абсолютного нуля, излучает энергию, которую называют **собственным излучением земной поверхности**. Атмосфера также излучает энергию, часть которой направляется к поверхности Земли и называется **встречным излучением атмосферы**.

Приходящие (суммарная солнечная радиация, встречное излучение атмосферы) и уходящие (отражённая радиация, собственное излучение земной поверхности) потоки радиации формируют **радиационный баланс**, значения которого на большей части территории Земли положительны.

Лишь на территории Антарктиды и Гренландии годовые суммы радиационного баланса отрицательны. Максимальные значения величины радиационного баланса характерны для экваториальных широт. Положительные и отрицательные значения радиационного баланса в основном компенсируются затратами тепла на испарение и притоком энергии за счёт конденсации и сублимации, а также посредством турбулентного перемешивания воздуха в атмосфере. Так, энергия радиационного баланса расходуется нерадиационным путём, формируя тепловой баланс земной поверхности, который в свою очередь определяет тепловой режим атмосферы.

Выделяют четыре *тепловых пояса*:

- жаркий, где высокие температуры воздуха держатся в течение всего года, а сезонность определяется в основном динамикой выпадения осадков,

- умеренный, для которого характерно в первую очередь изменение температуры в течение года, а также снижение среднегодовых температур;

- холодный, где среднегодовые температуры ниже 10 °С,

- пояс мороза, в пределах которого во все месяцы года средняя температура не поднимается выше 0 °С.

Широтность простираения перечисленных тепловых поясов нарушается в связи с различиями в подстилающей поверхности, то есть изотермы отклоняются от широтных кругов. Наиболее высокие средние годовые температуры (+27 °С) зафиксированы на параллели 10° с. ш. (термический экватор). По оценке Всемирной метеорологической организации, самая высокая приземная температура, составляющая 56,7 °С (134 °F), была зарегистрирована 10 июля 1913 г. в Гринлэнд-Рэнче (Долина смерти), Калифорния, США. На станции Восток 21 июля 1983 г. зарегистрирован абсолютный минимум приземной температуры воздуха на планете, равный –89,2°С.

5.2. Динамика атмосферы

Изменения температуры воздуха приводят к изменению его плотности, что влечёт за собой изменения давления. Следовательно, неравномерность распределения температур воздуха приводит к неравномерности распределения *атмосферного давления*, однако общий *зональный* характер распределения сохраняется.

Пояс пониженного давления располагается в районе экватора, а зона повышенного давления – в полярных широтах. На картах распределения

атмосферного давления значения у полюсов ниже, чем у экватора. Это обусловлено тем, что у полюсов мощность тропосферы почти в два раза меньше, чем у экватора. Плотность воздуха практически полностью компенсирует разность в высоте тропосферы.

Пояс повышенного давления в субтропических широтах обусловлен наличием нисходящих токов воздуха, которые формируются за счёт воздуха, который направляется от экватора к высоким широтам в верхней тропосфере. Пояс пониженного давления в умеренных и субполярных широтах – следствие активной циклонической деятельности, которая возникает как результат температурных контрастов между широтами.

Наличие разницы в атмосферном давлении приводит к горизонтальному движению воздушных масс – *ветру*. Крупномасштабные ветровые потоки формируют *общую циркуляцию атмосферы*, которая включает в себя зональные ветры, возникающие вследствие зональности в распределении атмосферного давления, меридиональную циркуляцию, представленную муссонными потоками, чьё возникновение объясняется формированием сезонных центров действия атмосферы над материками, а также циклоны и антициклоны (рис. 6).

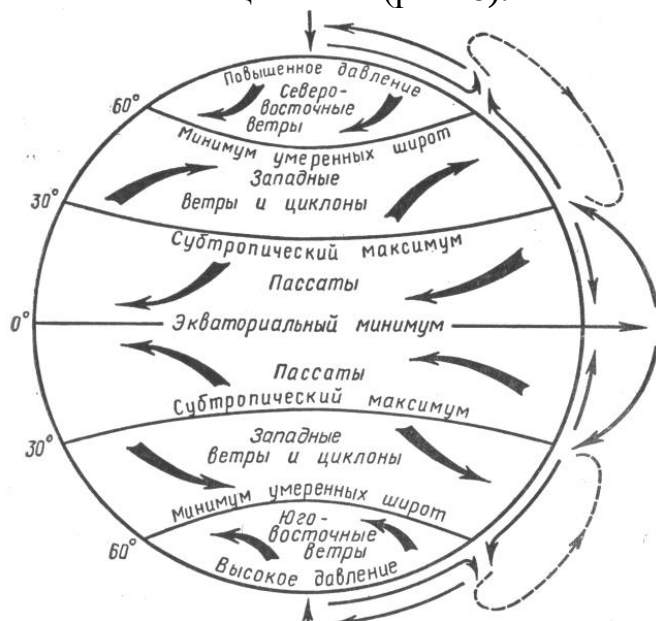


Рис. 6. Схема общей циркуляции атмосферы. Зональное распределение атмосферного давления и ветров у однородной земной поверхности (по Л.П. Шубаеву)

Циклоны и антициклоны являются формами барического рельефа. Кроме них в барическом поле представлены барические ложбины, гребни и седловины. Положение этих форм постоянно изменяется. Те области, где преобладает повышенное давление называют барическими максимумами, а области с пониженным давлением – барическими минимумами. И те, и другие объединяют названием «центры действия атмосферы». Сезонные центры действия атмосферы проявляются только над континентами,

что обусловлено большей годовой амплитудой температур воздуха (табл. 2).

Теплообмен и общая циркуляция атмосферы являются климатообразующими процессами. Третий климатообразующий процесс – *лагооборот*. Он протекает в тесном взаимодействии с другими климатообразующими процессами: на испарение воды затрачивается энергия радиационного баланса земной поверхности, а при выпадении осадков выделяется энергия в атмосферу; водяной пар и облака посредством воздушных потоков переносятся за пределы территории своего формирования.

Таблица 2

Центры действия атмосферы

Степень устойчивости	Максимумы	Минимумы
Постоянные	- Азорский - Гавайский - Южно-Атлантический - Южно-Индийский - Южно-Тихоокеанский - Антарктический - Арктический	- экваториальная депрессия - Исландский - Алеутский - Приантарктический пояс низкого давления
Сезонные	- Азиатский - Канадский - Южноафриканский - Австралийский	- Южноазиатский - Калифорнийский - Южноафриканский - Австралийский - Южноамериканский

Зоны *осадков* повторяют барические пояса, но с обратным знаком:

1. Экваториальная зона максимального количества осадков. Простирается приблизительно от 17° с.ш. до 20° ю.ш. Абсолютный максимум осадков приходится на предгорья Гималаев (Черрапунджи – 12 660 мм), Анд (Тутунендо, Колумбия – 11 770 мм), где поднимаются влажные воздушные массы пассатов.

2. Тропические пояса. Простираются от 20 до 32° широты обоих полушарий, характеризуются господством сухого воздуха. Здесь располагаются два пояса пустынь. Минимальное количество осадков характерно для пустыни Атакама (Южная Америка) – 1 мм.

3. Умеренному поясу (между 40-й и 60-й параллелями в каждом полушарии), в соответствии с наибольшей площадью материков, свойственны наибольшие региональные различия (секторность) в распределении осадков. Выделяются три сектора:

– западный с обильными осадками: в Западной Европе (Пиренеи, Ирландия, Норвегия) – 1000 мм, в Скандинавских горах – до 3000 мм; Северо-Западная Америка, западный склон Анд (2000–3000 мм) первыми

воспринимают морские воздушные массы, на них обрушиваются серии циклонов;

– центральный с минимумом осадков: степные с осадками от 500 мм на западе до 300 мм на востоке, полупустынные и пустынные (самое сухое место в Европе – Астрахань с годовой суммой осадков 162,6 мм, в умеренных пустынях Азии и Северной Америки – от 200 до 100 мм);

– восточный, в котором количество осадков снова увеличивается: Дальний Восток (муссонная циркуляция) – 500–1000 мм).

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

Тропосфера расчленяется на отдельные *воздушные массы*, которые более или менее длительное время сохраняют индивидуальные физические свойства (температуру, влажность). Границами воздушных масс являются климатологические *атмосферные фронты*.

Основные *климатические зоны (пояса)* Б. П. Алисов выделил по преобладающим в течение года воздушным массам (одного типа): экваториальные, тропические, умеренные, арктические (антарктические). Переходные зоны характеризуются сезонной сменой воздушных масс. Границы зон определяются по среднему сезонному (летнему или зимнему) положению климатологических фронтов.

В каждой широтной зоне различают четыре основных типа климата: материковый, океанический, климат западных берегов и климат восточных берегов.

Контрольные вопросы:

1. Что такое атмосфера? На какие оболочки делится атмосфера Земли по составу? Чем отличаются данные оболочки?
2. Раскройте причины изменения температуры в атмосфере с высотой?
3. Что такое солнечная радиация? Какие виды солнечной радиации вы знаете?
4. В чём заключаются зональные особенности распределения суммарной солнечной радиации и радиационного баланса?
5. Каковы закономерности размещения постоянных и сезонных центров действия атмосферы?
6. Где зафиксирован абсолютный максимум и абсолютный минимум температур на земном шаре?
7. Что лежит в основе выделения климатических поясов по Б.П. Алисову?

ТЕМА 6 ГИДРОСФЕРА ЗЕМЛИ

6.1. Общие представления о гидросфере

Гидросфера – сплошная оболочка Земли, содержащая воду во всех агрегатных состояниях в пределах Мирового океана, криосферы (оболочка Земли, характеризующаяся содержанием воды в твердой фазе), литосферы и атмосферы и принимающая непосредственное участие в планетарном круговороте влаги (гидрологическом цикле).

Общий объем воды в водных объектах на земном шаре около **1 390 млн км³**, при этом на долю:

- 1) Мирового океана** приходится 1 338 млн км³ (**96,4%**);
- 2) ледников** – **25,8 млн км³** (**1,86 %** всех вод на Земле);
- 3) подземных вод** до глубины 2000 м – **23,4 млн км³**, или **1,68 %** общего объема вод на Земле (табл. 3).

Таблица 3

Объем воды различных частей гидросферы

Части гидросферы	Объем		
	тыс. км ³	% от общего объема	% от объема пресных вод
Мировой океан	1 338 000	96,4	–
Ледники и постоянный снежный покров	25 780	1,86	70,2
Подземные воды	23 400	1,68	–
в том числе пресные	10 530	0,76	28,7
Подземные льды зоны многолетнемерзлых пород	300	0,022	0,82
Озера	176	0,013	–
в том числе пресные	91	0,007	0,25
Воды атмосферы	13	0,001	0,04
Болота	11	0,0008	0,03
Водохранилища	6	0,0004	0,016
Реки	2	0,0002	0,005
Вода в организмах	1	0,0001	0,003

Самым большим хранилищем воды является Мировой океан. **Мировой океан (МО)** – непрерывно распределенная по поверхности Земли (на площади, охватывающей около 71 %) и ограниченная снизу и с боков причудливой формой рельефа дна и береговой линией континентов толща соленой воды с массой около 1340 гигатонн, имеющая среднюю глубину около 3800 метров, с многочисленными разбросанными на ее поверхности

островами, и разнообразной формой жизни в ее глубинах (А.С. Монин, 2009).

Океан – часть МО, расположенная между отдельными материками и отличающаяся своеобразной конфигурацией береговой линии и особенностями подводного рельефа, со специфической схемой течений, атмосферной циркуляцией, особенностями горизонтального и вертикального распределения температуры и солености воды, растительным и животным миром.

В воде открытого океана независимо от абсолютной концентрации количественные соотношения между концентрациями главных ионов всегда одинаковы.

К главным ионам принято относить такие, концентрация которых в морской воде превышает 0,001%, а именно: анионы Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Br^- , CO_3^{2-} , F^- и катионы Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ и Sr^{2+} (табл. 4).

Таблица 4

**Количественное содержание главных ионов в морской воде
(при общей концентрации 35,16‰)**

Катионы (+)		Анионы (–)	
Название	г/кг	Название	г/кг
Натрий	10,764	Хлориды	19,353
Магний	1,297	Сульфаты	2,701
Кальций	0,408	Гидрокарбонаты	0,143
Калий	0,387	Бромиды	0,066
Стронций	0,014	Борная кислота	0,026
		Фториды	0,001

Распределение **солености** в водных массах *зонально* и зависит от соотношения осадков, притока речных вод и испарения. Кроме того, на соленость воды оказывают влияние циркуляция вод, деятельность организмов и другие причины. На экваторе отмечается пониженная соленость воды (34–33‰), обусловленная резким увеличением атмосферных осадков, стоком полноводных экваториальных рек и немного пониженным испарением из-за высокой влажности. В тропических широтах наблюдается самая высокая соленость вод (до 36,5‰), связанная с высоким испарением и небольшим количеством осадков в барических максимумах давления. В умеренных и полярных широтах соленость вод понижена (33–33,5‰), что объясняется увеличением количества осадков, стоком речных вод и таянием морских льдов. Широтное распределение солености нарушают течения, речной сток и льды.

Температурный режим вод МО определяется тепловым балансом. Определяющее значение в тепловом балансе имеет приход солнечной радиации и расход тепла на испарение.

Океан получает теплоту за счет: суммарной солнечной радиации; конденсации влаги на водной поверхности; льдообразования и химико-биологических процессов, идущих с выделением теплоты. В океан поступает теплота, приносимая атмосферными осадками, речными водами; на температуре глубоководных слоев сказывается теплота Земли (об этом свидетельствуют высокие до 260°C температуры во впадинах Красного моря – вода здесь горячий рассол с соленостью 270 ‰).

Теряется теплота за счет: эффективного излучения водной поверхности; испарения воды; таяния льда; турбулентного обмена с атмосферой; нагрева холодной воды рек и течений.

Диапазон изменений температуры воды в океанах относительно невелик и в среднем находится в пределах от –2 до 30 °C. Приведенные значения лимитируются, с одной стороны, температурой замерзания, а с другой – теплообменом между океаном и атмосферой. В основной своей массе вода в океане холодная, средняя температура ее составляет 3,73 °C. Воды с температурой выше 20 °C наблюдаются только в экваториальном и тропических поясах, но и там лишь в приповерхностном слое примерно до глубины 200 м. Высокая температура поверхностного слоя с ростом глубины убывает очень быстро и на горизонте 1000 м в среднем составляет 4,2 °C, а в слое от 2000 до 5000 м изменяется соответственно от 2,3 до 1,2 °C.

Наибольшая средняя годовая температура воды отмечена для Тихого океана (19,1 °C), наименьшая – для Северного Ледовитого океана (0,75 °C).

Важнейшим параметром морской воды является ее **плотность** – отношение массы вещества к его объему (кг/м³). Плотность воды зависит от содержания солей, температуры и глубины, на которой находится вода. Плотность воды изменяется **зонально** – от экватора к полюсам. На экваторе плотность воды небольшая – 1022–1023 кг/м³, что обусловлено пониженной соленостью и высокими значениями температуры воды. К тропическим широтам плотность воды возрастает до 1024–1025 кг/м³ из-за увеличения солености воды вследствие повышенного испарения. В умеренных широтах плотность воды средняя, в полярных – увеличивается до 1026–1027 кг/м³ из-за понижения температуры.

6.2. Динамика вод Мирового океана

Морские течения – более или менее правильные перемещения водных масс в горизонтальном направлении: течения захватывают сравнительно неглубокий слой воды, имеют по сравнению с длиной небольшую ширину

и отчасти напоминают реки, которые текут в «берегах» из воды. Океанические течения вызываются действием *ветра, силы тяжести, приливообразующих сил*. На их направление и скорость оказывают влияние *сила Кориолиса и внутреннее трение воды*.

Схема течений МО отражает, прежде всего, распределение господствующих ветров. Под влиянием основных *центров действия атмосферы*, формирующих соответствующую устойчивую систему ветровых переносов над морской поверхностью в Мировом океане сложилось **10** мощных, практически стационарных, циркуляционных систем, имеющих протяженность по меридиану 2–5, а по параллели – от 5 до 15 тыс. км (рис. 7):

- пять тропических – Североатлантическая (Азорская), Северотихоокеанская (Гавайская), Южноатлантическая, Южнотихоокеанская и Южноиндийская;
- экваториальная;
- две умеренные северного полушария – Атлантическая (Исландская), Тихоокеанская (Алеутская);
- Циркумполярная антарктическая;
- Антициклоническая арктическая.

6.3. Воды суши

Вода попадает на *сушу* в результате испарения с поверхности МО и переноса в атмосфере, т.е. в процессе мирового влагооборота. Атмосферные осадки после выпадения на поверхность суши делятся на четыре неравные и изменчивые части: одна испаряется, другая в виде ручьев и рек стекает обратно в океан, третья просачивается в почву и грунт, четвертая превращается в горные или материковые ледники. В соответствии с этим на суше имеется четыре типа скопления воды: реки, озера, подземные воды, ледники. Кроме того, вода в больших количествах находится в почвах и болотах.

Река – естественный водный поток, длительное время протекающий в сформированном им ложе – русле. Объем воды, заключенный в реках, составляет 1200 км³, или 0,0001% от общего объема воды.

Питанием рек называется поступление воды в их русла; ее приносят поверхностный и подземный стоки. В питании рек принимают участие дождевые, талые снеговые, ледниковые и подземные воды. Роль того или иного источника питания, их сочетание и распределение во времени зависят, главным образом, от климатических условий. Преобладающий источник питания формирует внутригодовое распределение стока – режим

реки. Годовой сток – количество воды, которое река выносит за год. В зависимости от питания количество воды в реке меняется в течение всего года. Эти изменения проявляются в колебаниях уровня воды в реке, получивших названия «половодье», «паводок» и «межень».

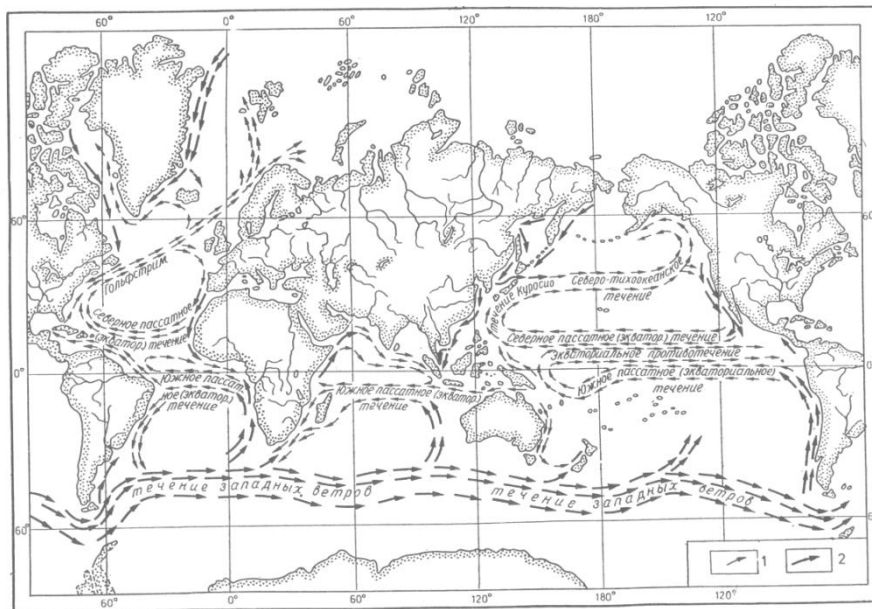


Рис. 7. Схема поверхностных течений Мирового океана:
1 – теплые течения; 2 – холодные течения

Половодье – ежегодно повторяющееся в один и тот же сезон относительно длительное и значительное увеличение количества воды в реке. **Паводок** – относительно кратковременные и непериодические подъемы уровня воды в реке, вызываемые поступлением в реку дождевых (талых) вод. **Межень** – наиболее низкое стояние воды в реке при преобладании подземного питания.

Озеро – внутренний водоем суши со стоячей или мало проточной водой, не сообщаемый с океаном, с особыми условиями жизни и специфическими организмами. Объем озерной воды составляет 278 тыс км³, или 0,016% всего объема воды. В отличие от рек озера – водоемы замедленного водообмена. По происхождению озерные котловины делятся на несколько генетических типов.

Озерные котловины **тектонического происхождения** возникают в связи с образованием прогибов земной коры, трещин, сбросов, грабен (Байкал, Великие Американские озера, Великие Африканские озера); такие котловины отличаются большой глубиной и крутизной склонов. **Вулканические** озерные котловины занимают кратеры потухших вулканов, заполненные водой (многочисленны на Яве, Канарских островах, в Новой Зеландии, на Камчатке).

Из экзогенных факторов в образовании котловин деятельное участие принимают вода, лед, ветер и др. Довольно многочисленна группа озерных котловин **ледникового происхождения**. Например, Ильмень, Белое, Псковско-Чудское, Великие американские озера и др.

К экзогенным котловинам относятся также углубления в земной коре, связанные с деятельностью речных и морских вод. **Водно-эрозионные и водно-аккумулятивные** котловины создаются деятельностью рек (старицы) или представляют собой затопленные морем участки речных долин (лиманы, лагуны), отделенные от моря скоплением наносов (озера Кубанских плавней, лиманы Черноморского побережья).

Карстовые озерные котловины возникают в областях, сложенных растворимыми породами – известняками, гипсами, доломитами. **Термокарстовые** котловины возникают в районе вечной мерзлоты, в Западной и Восточной Сибири (аласы Якутии). **Суффозионные** котловины связаны с вымыванием из грунта всевозможных цементирующих частиц, вызывающих просадки. Такие котловины распространены в лесостепных и степных районах недостаточного увлажнения. **Эоловые** котловины – котловины выдувания – образуются между дюнами в районах аридного климата и встречаются в Прикаспийской низменности. **Органогенные** котловины возникают на сфагновых болотах тайги, лесотундры и тундры, а также на коралловых островах, они обязаны неравномерному нарастанию в первом случае мхов, во втором – полипов.

Подземные воды – воды верхней части литосферы, включающие воду в парообразном, жидком, твердом и химически связанном состоянии. Подземные воды рассматриваются и как часть гидросферы, и как часть земной коры, которые образованы за счет инфильтрации атмосферных осадков, в результате конденсации водяных паров атмосферы, паров, поднимающихся из более глубоких слоев Земли, а также процессов литогенеза в целом. Обязательные условия наличия воды в почвах и горных породах – свободные пространства: поры, трещины, пустоты.

По условиям залегания подземные воды делятся на:

- воды зоны аэрации, формирующиеся в верхней ненасыщенной зоне горных пород;

- грунтовые воды – первый от поверхности земли водоносный горизонт, верхней границей которого является свободный уровень воды (верхняя граница зоны полного насыщения);

- межпластовые воды (напорные, артезианские), связанные с водоносными горизонтами, залегающими между двумя слабопроницаемыми пластами.

Болото – участок земной поверхности, избыточно увлажненный пресной или соленой водой, характеризующийся затрудненным обменом газов, накоплением мертвого растительного вещества, переходящего в дальнейшем в торф. Территории, на которых слой торфа не превышает 30 см, называются 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.

По условиям питания болота подразделяются на низинные, верховые и переходные. **Низинные** болота питаются грунтовыми или речными водами, богатыми минеральными веществами, и располагаются преимущественно в понижениях, затапливаемых постоянно или временно водой. Низинные болота широко распространены в зоне полесий – Мещере, в поймах больших рек Западной Сибири и т.д. **Верховые** болота возникают на мало расчлененных водоразделах и питаются преимущественно атмосферными осадками, преобладают во влажном климате. **Переходный, или смешанный**, тип болот представляет переходную стадию между низинными и верховыми типами.

Контрольные вопросы:

1. Что такое гидросфера?
2. Воды каких частей гидросферы занимают первые три места в ее общем объеме?
3. Объясните зональные закономерности изменения температуры, солености и плотности поверхностных вод в Мировом океане.
4. Что такое морские течения? Перечислите циркуляционные системы течений в Мировом океане, объясните причины их образования.
5. Что называется рекой? Каково значение рек в географической оболочке?
6. Каковы источники питания рек? Перечислите фазы уровня режима рек.
7. Что такое озеро? Приведите классификацию озер по происхождению их котловин.
8. Что такое подземные воды?
9. Как классифицируют подземные воды по условиям залегания?
10. В чем различие понятий «болото» и «заболоченные земли»? На какие генетические типы подразделяются болота?

ТЕМА 7 БИОСФЕРА ЗЕМЛИ

Биосфера – оболочка планеты, населенная живым веществом.

В химическом строении биосферы главная роль принадлежит кислороду, углероду и водороду, составляющим по весу 96,5% живого вещества, а также азоту, фосфору и сере.

Целостное учение о биосфере представлено в ставшей классической работе В. И. Вернадского «Биосфера» (1926). Ученый определил биосферу как особую охваченную жизнью оболочку Земли.

В физико-химическом составе биосферы В. И. Вернадский выделяет следующие компоненты:

- *живое вещество* – совокупность всех живых организмов;
- *косное вещество* – неживые тела или явления (газы атмосферы, горные породы магматического, неорганического происхождения и т.п.);
- *биокосное вещество* – разнородные природные тела (почвы, поверхностные воды и т.д.);
- *биогенное вещество* – продукты жизнедеятельности живых организмов (гумус почвы, каменный уголь, торф, нефть, сланцы и т.п.);
- *радиоактивное вещество* – результат распада радиоактивных элементов радия, урана, тория и т.д.;
- *рассеянные атомы* – химические элементы, находящиеся в земной коре в рассеянном состоянии;
- *вещество космического происхождения* – космическая пыль, метеориты.

С учетом современных представлений *биосфера – это область активной жизни, которая охватывает нижнюю часть атмосферы, всю гидросферу и верхние горизонты литосферы.*

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 биосферы 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.

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.

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 складывается из фитострома, зоострома и микробиострома.

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 – *прибрежное, саргассовое, рифтовое, апвеллинговое*.

При участии всех населяющих биосферу организмов в ней осуществляется круговорот органического вещества, получивший название *малого* или *биологического круговорота веществ*, который начинается с возникновения органического вещества в результате фотосинтеза зеленых растений, т.е. образования живого вещества из углекислого газа, воды и простых минеральных соединений с использованием лучистой энергии Солнца. Растения (*продуценты*) извлекают из почвы в растворенном виде серу, фосфор, медь, цинк и другие элементы. Растительоядные животные (*консументы первого порядка*) поглощают соединения этих элементов в виде пищи растительного происхождения. Хищники (*консументы второго порядка*) питаются растительоядными животными, потребляя пищу более сложного состава, включая белки, жиры, аминокислоты и т.д. Останки животных и отмершие растения перерабатываются насекомыми, грибами, бактериями (*редуцентами*), превращаясь в минеральные и простейшие органические соединения, поступающие в почву и вновь потребляемые растениями. Так начинается новый виток биологического круговорота.

Вмешательство человека в природные круговороты приводит к серьезным изменениям в состоянии биосферы. Дальнейшее неконтролируемое развитие деятельности людей таит в себе большую опасность, и потому, считал Вернадский, биосфера должна постепенно превращаться в но-

осферу, или сферу разума. Под понятием «**ноосфера**» Вернадский подразумевал *высшую форму развития биосферы, определяемую гармонично существующими процессами развития общества и природы* (сейчас этот процесс называют *коэволюцией*).

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение понятию «биосфера».
2. Перечислите компоненты биосферы по В. И. Вернадскому.
3. Обоснуйте границы биосферы.
4. Перечислите основные звенья малого биологического круговорота.
5. В чем суть понятия «ноосфера»?

ТЕМА 8

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ

8.1. Дифференциация географической оболочки.

Понятие о ландшафте

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.

Дифференциация ГО – разделение единого планетарного комплекса на объективно существующие природные комплексы разного ранга. Дифференциация зависит от зональных и азональных причин.

Природный комплекс (ПК) – саморегулируемая и самовоспроизводимая система взаимосвязанных компонентов и комплексов более низкого ранга (определение Ф. Н. Милькова). Природные комплексы делятся на природно-территориальные (ПТК) и природно-аквальные (ПАК). Наиболее изучены ПТК суши. ПК характеризуется относительно однородным участком поверхности, единство которого обусловлено географическим положением, единой историей развития, происходящими в его пределах природными процессами.

Все ПК образованы взаимодействием компонентов: горных пород, воды, воздуха, растений, животных, почв. Роль компонентов в ПК учеными оценивается по-разному. Н. А. Солнцев отводит литогенной основе (комплекс геолого-геоморфологических особенностей изучаемой территории, включая стратиграфию, литологию горных пород, тектонику, рельеф) роль ведущего фактора в формировании и устойчивости ПК. Впервые мысль о равнозначности всех компонентов была высказана В. В. Докучаевым применительно к почве. Ученый считал, что почва есть результат взаимной деятельности климата, растительности, животных, грунтов. Ряд авторов выделяют полные и неполные ПК (Д. Л. Арманд): полные образуются всеми компонентами, в неполных отсутствуют один или два компонента.

По размерам и сложности ПК подразделяются на планетарные (ГО), региональные (материки, физико-географические страны и области, географические пояса и зоны), локальные (приурочены к мезо- и микроформам рельефа – оврагам, речным долинам, моренным холмам).

Основной единицей в ландшафтоведении предлагается считать ландшафт – полный ПТК, в структуре которого непосредственно участвуют все основные компоненты, начиная с земной коры и заканчивая животными, населяющими данный ПТК.

Одно из наиболее полных определений ландшафта принадлежит Н. А. Солнцеву: «**Ландшафт** – это генетически однородный природный территориальный комплекс, имеющий одинаковый геологический фундамент, один тип рельефа, одинаковый климат и состоящий из свойственного только данному ландшафту набора динамически сопряженных и закономерно повторяющихся в пространстве основных и второстепенных урочищ» (Морфологическая структура географического ландшафта. М., 1962. С. 44).

8.2. Зональность и аazonальность в географической оболочке

По **зональным** признакам ГО делится на географические пояса, зоны и подзоны (деление по зональному признаку разработано А. А. Григорьевым). 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 принимать во внимание при делении географических поясов на *секторы* (выделяют два океанических и континентальный). Географические пояса выделяются на материках и на океанах. Внутри поясов на суше по соотношению тепла и влаги (что приводит к общности биологических компонентов – биоценозов) выделяются **географические зоны**. Зоны делятся на *подзоны* по степени выраженности зональных признаков. Теоретически в каждой зоне, вытянутой в широтном направлении, можно выделить только три подзоны: северную, центральную и южную. Следует отметить, что зональность хорошо выражена только на земной поверхности, с высотой и глубиной зональность быстро затухает.

А. А. Григорьевым и М. И. Будыко разработан **периодический закон географической зональности**. Географические пояса выделяются по радиационному балансу, географические зоны – по индексу сухости, т.е. по соотношению радиационного баланса и теплоты, необходимой для испарения годового количества осадков. При одинаковом значении радиационного индекса сухости в каждом географическом поясе развивается подобная зона. Например, при индексе равном 0,8, во всех поясах развивается зона лесов, однако экваториальные леса отличаются от лесов умеренного пояса. Следовательно, своеобразный облик географической зоне придает соответствующий географический пояс (количество тепла).

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. По азональным признакам выделяются следующие таксономические единицы: физико-географическая страна, физико-географическая область, физико-географический район.

8.3. Краткий свод общих географических закономерностей Земли

(по С. В. Калеснику, 1970)

1. Земля не «среднее» тело космоса, а своеобразная геохимическая аномалия в космосе (по причине богатства тяжелыми элементами).
2. Индивидуальные особенности Земли как планеты (магнитное поле, неоднородность гравитационного поля) преобразуют свойства окружающего ее ближайшего космоса.
3. Полярное сжатие северного полушария Земли меньше, чем южного (кардиоидальный эллипсоид).
4. Скорость вращения Земли вокруг своей оси испытывает вековое замедление из-за приливного торможения. Следствие этого: фигура Земли имеет тенденцию перейти от эллипсоида к шару.
5. Земля как планета состоит из концентрических оболочек, располагающихся по удельному весу (атмосфера, гидросфера, биосфера, литосфера).
6. На земной поверхности и вблизи от нее существует географическая, или ландшафтная, оболочка, качественно отличная от всех других оболочек Земли.
7. Земная кора, ландшафтная оболочка, высокая атмосфера и ближний космос образуют сложную природную систему – «географическое пространство».
8. Общая площадь материковых масс в северном полушарии больше, чем в южном. Центр тяжести Земли смещен в северное полушарие.
9. Вес материков равен примерно весу воды в океанах.
10. Материки и океаны по своему взаимному расположению суть антитиподы.
11. Все материки, кроме Антарктиды, группируются попарно. Каждая пара образует «материковый луч». Все материковые лучи сходятся к северному полярному пространству, образуя «континентальную звезду».
12. Все материки имеют форму клиньев.

13. По восточным окраинам материковых лучей располагаются гирлянды островов (островные дуги). Вдоль западных окраин островных гирлянд нет.

14. В каждом материковом луче северный материк отделен от южного областью дробления земной коры (средиземные моря с их архипелагами, контрастами высот и глубин, сейсмичностью и вулканизмом).

15. В каждом материковом луче южный материк смещен к востоку относительно северного.

16. Окраинные части материков более высокие, чем их поверхность в средних частях.

17. Дно Мирового океана в центральных частях более приподнято, чем на окраинах.

18. Гранитный слой земной коры выклинивается на дне глубоких океанов (дисимметрия земной коры).

19. Поверхность гидросферы разобщена выступами материков (дисимметрия гидросферы). В северном полушарии господствует подземное и морское оледенение (вечная мерзлота, морские льды), в южном – наземное (ледники) (дисимметрия криосферы).

20. На суше преобладают высоты менее 1000 м, в море – глубины более 3000 м. Материки и океаны – первичные формы рельефа литосферы.

21. В простирании молодых горных поясов на суше на дне Мирового океана преобладает меридиональное или близкое к нему направление.

22. В осевых частях всех срединно-океанических хребтов имеются рифтовые депрессии.

23. В земном эллипсоиде существуют деформирующие силы, возникшие при уменьшении полярного и экваториального сжатия Земли и приуроченные к определенным зональным и меридиональным поясам.

24. Непрерывный обмен веществ и энергии между компонентами обуславливает целостность ландшафтной оболочки Земли (**закон целостности**).

25. Характерная особенность ландшафтной оболочки – наличие в ней круговоротов веществ и энергии, которые обеспечивают многократность процессов и их высокую суммарную эффективность при ограниченных исходных количествах вещества и энергии (**закон круговоротов**).

26. Для ландшафтной оболочки характерна периодическая и циклическая повторяемость различных процессов и явлений во времени (**закон ритмики**).

27. В круговоротах и ритмических явлениях конечная фаза ритма (круговорота) не замыкается на исходную: между ними – всегда разрыв, который и образует вектор направленного изменения.

28. Северное полушарие отличается от южного по распределению суши и моря, климату, структуре ландшафтной оболочки, формам оледенения, геологической истории и т. п. (**закон полярной асимметрии Земли**).

29. Пространственное изменение географической структуры ландшафтной оболочки, обусловленное ходом развития последней, имеет следствием расчленение оболочки на геокомплексы разного таксономического ранга (**закон территориальной дифференциации**).

30. Все географические компоненты и географические ландшафты закономерно изменяются по широте, т. е. от экватора к полюсам (**закон географической зональности**).

31. Географические зоны одного и того же типа повторяются в разных географических поясах (**периодический закон географической зональности**).

32. В структуре и развитии ландшафтной оболочки существенную роль помимо зональных процессов играют азональные факторы (**закон азональности**). Основные проявления азональных влияний – секторность географических поясов, «долготная дифференциация» ландшафтных зон, высотная поясность.

33. В структуре и развитии ландшафтной оболочки зональные и азональные факторы противоречиво едины и неразрывны (**закон единства зональности и азональности**).

34. Ландшафтная оболочка находится в состоянии непрерывного развития (**закон развития**). Главная движущая сила развития – борьба зональных и азональных тенденций, форма развития ритмическая.

35. Вследствие пространственной разнородности ландшафтной оболочки развитие ее протекает неравномерно от места к месту (**закон гетерохронности развития**).

Контрольные вопросы:

1. Перечислите компоненты географической оболочки.
2. Дайте определение понятиям «природно-территориальный комплекс», «ландшафт».
3. Перечислите основные закономерности географической оболочки и раскройте их содержание.
4. Какие факторы определяют зональность и азональность географической оболочки?
5. По каким критериям выделяют географические (ландшафтные) пояса, зоны и подзоны?
6. В чем сущность периодического закона географической зональности?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основной

1. Гледко, Ю. А. Общее землеведение: Учебное пособие / Ю. А. Гледко. – Минск: Вышэйшая школа, 2015. – 320 с.
2. Общее землеведение: электронный учебно-методический комплекс для специальностей: 1-31 02 01 «География» (по направлениям), 1-31 02 02 «Гидрометеорология», 1-31 02 03 «Космоаэрокартография», 1-33 01 02 «Геоэкология», 1-56 02 02-01 «ГИС (земельно-кадастровые)» / Ю. А. Гледко, О. В. Давыденко; БГУ, Фак. географии и геоинформатики, Каф. общего землеведения и гидрометеорологии. – Минск: БГУ, 2019. – 52 с.: табл. – Библиогр.: с. 46–49.
3. Савцова, Т. М. Общее землеведение: учебник для студ. учреждений высш. пед. проф. образования / Т. М. Савцова. – 6-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2013 – 416 с.

Дополнительный

4. Географический атлас учителя: пособие для учителей учреждений общего среднего образования / Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь. – Минск: Белкартография, 2017. – 392 с.
5. Гледко, Ю. А. Словарь специальных терминов по общему землеведению: для студентов геогр. спец. / Ю. А. Гледко, О. М. Ковалевская. – Минск: БГУ, 2009. – 46 с.
6. Догановский, А. М. Гидросфера Земли / А. М. Догановский, В. Н. Малинин. – Санкт-Петербург, 2004. – 629 с.
7. Изменение климата: последствия, смягчение, адаптация: учебно-метод. комплекс / М. Ю. Бобрик [и др.]. – Витебск: ВГУ имени П. М. Машерова, 2015. – 424 с.
8. Калесник, С. В. Общие географические закономерности Земли / С. В. Калесник. – М., 1970. – 283 с.
9. Максаковский, В. П. Новая географическая картина мира. Под ред. В. А. Колосова, Д. В. Зайца. Часть I. – М.: Дрофа, 2020. – 319 с.
10. Максаковский, В. П. Новая географическая картина мира. Под ред. В. А. Колосова, Д. В. Зайца. Часть II. – М.: Дрофа, 2020. – 287 с.
11. Науки о Земле [Электронный ресурс]: учебное пособие / Р. Н. Плотникова [и др.]. – Электрон. дан. – Воронеж: ВГУИТ, 2012. – 275 с.
12. Селиверстов, Ю. П. Землеведение / Ю. П. Селиверстов, А. А. Бобков. – М., 2004. – 512 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Тема 1. Общее землеведение как наука. История развития науки. Основные методы исследований.....	4
1.1. Общее землеведение как наука.....	4
1.2. История развития науки.....	5
1.3. Основные методы исследований.....	8
Тема 2. Планета Земля в солнечной системе и космосе.....	9
Тема 3. Внутреннее строение и состав Земли.....	12
3.1. Происхождение Земли.....	12
3.2. Внутреннее строение Земли.....	14
Тема 4. Литосфера – твердая оболочка Земли.....	17
4.1. Типы земной коры.....	18
4.2. Теория литосферных плит (новая глобальная тектоника), основные положения.....	20
4.3. Основные морфоструктуры Земли: геосинклинали и платформы.....	23
4.4. Мегарельеф Земли.....	25
Тема 5. Атмосфера – воздушная оболочка Земли.....	27
5.1. Тепловые процессы в атмосфере.....	28
5.2. Динамика атмосферы.....	29
Тема 6. Гидросфера Земли.....	33
6.1. Общие представления о гидросфере.....	33
6.2. Динамика вод Мирового океана.....	35
6.3. Воды суши.....	36
Тема 7. Биосфера Земли.....	39
Тема 8. Дифференциация географической оболочки.....	42
8.1. Дифференциация географической оболочки. Понятие о ландшафте.....	42
8.2. Зональность и аazonальность в географической оболочке.....	44
8.3. Краткий свод общих географических закономерностей Земли (по С.В. Калеснику, 1970).....	45
Список литературы.....	48

Учебное издание

Гледко Юлия Александровна

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕВЕДЕНИЕ

**Краткий курс лекций для иностранных студентов
специальностей 1-31 02 01 «География (по направлениям)»,
1-31 02 02 «Гидрометеорология», 1-31 02 03 «Космоаэрокартография»,
1-33 01 02 «Геоэкология», 1-56 02 02-01 «ГИС (земельно-кадастровые)»,
1-51 01 01 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»
1-31 02 04 «Геотехнологии туризма и экскурсионная деятельность»**

В авторской редакции

Ответственный за выпуск *Ю. А. Гледко*

Подписано в печать 02.04.2021. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 3,02. Уч.-изд. л. 2,74. Тираж 50 экз.

Белорусский государственный университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/270 от 03.04.2014.
Пр. Независимости, 4, 220030, Минск.

Отпечатано с оригинал-макета заказчика
на копировально-множительной технике
факультета географии и геоинформатики
Белорусского государственного университета.
Ул. Ленинградская, 16, 220006, Минск.