

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Курганский государственный университет»

Кафедра географии и природопользования

ЗЕМЛЕВЕДЕНИЕ

Методические указания к выполнению лабораторных работ
для студентов по направлению подготовки 05.03.02 «География»

Курган 2019

Кафедра: «География и природопользование».

Дисциплина: «Землеведение».

Составил: ст. преподаватель О. В. Аршевская.

Утверждены на заседании кафедры «11» декабря 2018 г.

Рекомендованы методическим советом университета «20» декабря 2017 г.

Содержание

Введение	4
Лабораторная работа № 1.	5
Лабораторная работа № 2.	10
Лабораторная работа № 3.	10
Лабораторная работа № 4.	12
Лабораторная работа № 5.	15
Лабораторная работа № 6.	16
Лабораторная работа № 7.	22
Лабораторная работа № 8.	29
Лабораторная работа № 9.	32
Лабораторная работа № 10.	41
Лабораторная работа № 11.	47
Лабораторная работа № 12.	50
Лабораторная работа № 13.	52
Лабораторная работа № 14.	53
Библиографический список	54

Введение

Дисциплина «Землеведение» относится к базовой части профессионального цикла дисциплин. В системе естественного цикла наук землеведение находится в одном ряду с астрономией, физикой, химией.

Целью освоения дисциплины является формирование фундаментальных знаний о структуре, развитии и функционировании географической оболочки.

Задачами освоения дисциплины являются: изучение состава, структуры и свойств географической оболочки, основных этапов её развития, динамики географической оболочки, глобальных изменений в географической оболочке, основных методов исследования в землеведении.

В системе фундаментального географического образования курс землеведения выполняет несколько важных функций: курс закладывает основы географического мировоззрения и мышления; землеведение объединяет информацию о всех процессах и явлениях, происходящих в географической оболочке – это теория географической оболочки как целостной системы, являющейся носителем географической и иной информации, что позволяет использовать положения землеведения в качестве методологической основы географического анализа; землеведение является теоретической основой и базой эволюционной географии; землеведение – это своеобразный «мост» между школьными географическими знаниями, представлениями и теорией географической оболочки.

В ходе лабораторных работ по землеведению происходит объяснение, усвоение, проверка теоретического материала; приобретение умений работы с учебной литературой и атласами. В большинстве лабораторных работ первое задание содержит ряд вопросов, касающихся основных теоретических сведений. На них необходимо ответить перед выполнением основной части работы. Рассмотрение теоретических вопросов предшествует выполнению соответствующих заданий. Лабораторная часть включает письменные ответы на вопросы, вычерчивание графиков, диаграмм, схем, составление таблиц, анализ графического материала, решение задач.

В конце пособия указан список источников учебной и методической литературы, где изложены основной теоретический материал и практические задания по тематике лабораторных работ.

Лабораторная работа № 1 (2 часа)

Тема. Солнечная система

Цель: изучить состав, строение и гипотезы происхождения Солнечной системы, выявить характерные черты планет Солнечной системы.

Оборудование: учебная литература.

Задание 1. На основе учебной литературы ответить на вопросы,

- 1 Какое место занимает Солнечная система в нашей Галактике?
- 2 Каково строение Солнечной системы?
- 3 Назовите теории происхождения Солнечной системы.
- 4 Дайте характеристику состава и физических свойств Солнца.
- 5 Какие тела, помимо планет, входят в состав Солнечной системы?

Задание 2. Проанализируйте рисунки 1-3 и таблицу 1 и ответьте на вопросы.

- 1 Какую форму имеют все планеты?
- 2 В каком направлении обращаются вокруг Солнца?
- 3 Какую форму имеют орбиты большинства планет?
- 4 В каком направлении происходит осевое вращение большинства планет? Какие планеты составляют исключение?
- 5 Как расположены орбиты планет относительно плоскости эклиптики?
- 6 Какие общие черты имеют планеты земной группы (размеры, плотность, вещественный состав, число спутников, газовый состав атмосферы, скорость вращения вокруг своей оси)?
- 7 Какие общие черты имеют планеты-гиганты? (размеры, плотность, вещественный состав, число спутников, газовый состав атмосферы, скорость вращения вокруг своей оси)?

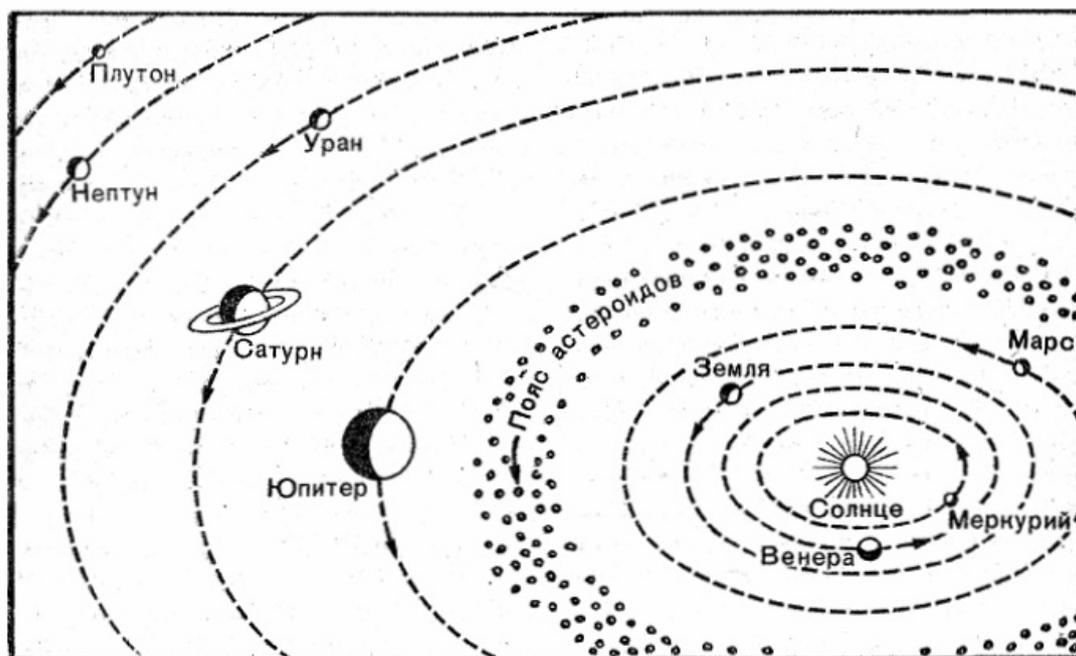


Рисунок 1 – Планеты Солнечной системы

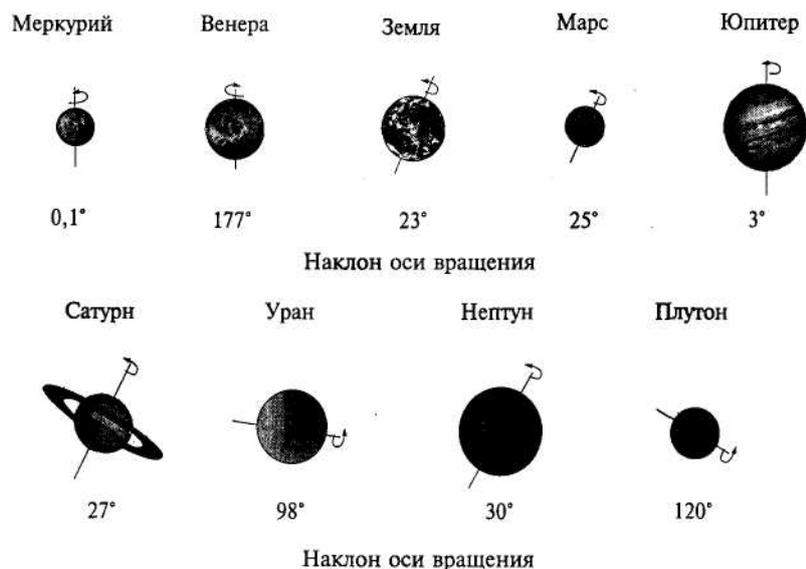
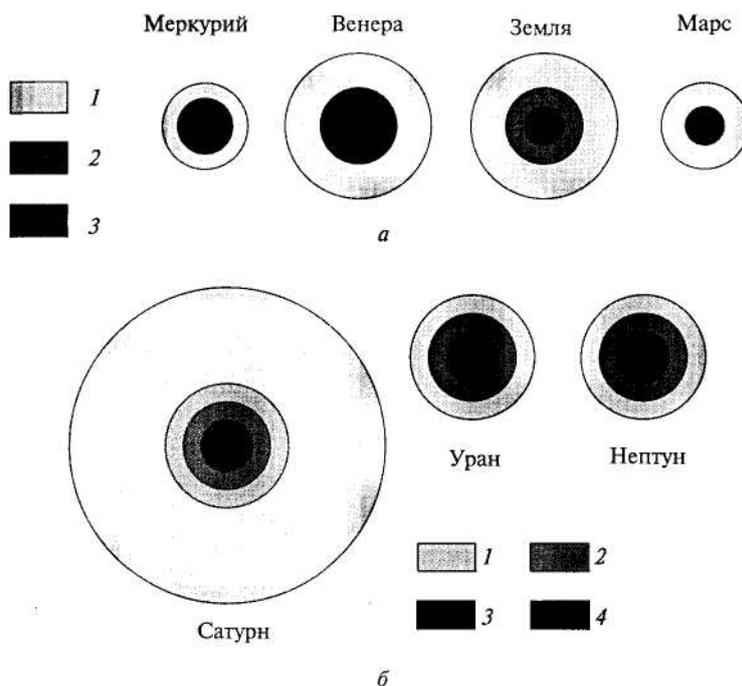


Рисунок 2 – Направление и наклон осей вращения планет Солнечной системы



a – планеты земной группы: 1, 2, 3 – силикатное, металлическое, сульфидметаллическое вещества соответственно; *b* – планеты-гиганты: 1 – молекулярный водород; 2 – металлический водород; 3 – водяной лед; 4 – ядро, сложенное каменным или железоканменным материалом

Рисунок 3 – Строение и предполагаемый вещественный состав планет (по Г. В. Войткевичу)

Задание 3. Записать в тетрадь законы движения планет Кеплера и Ньютона.

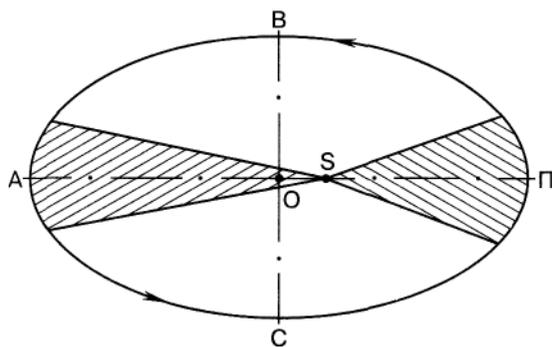


Рисунок 4 – Иллюстрации законов Кеплера (заштрихованы равновеликие секторы)

Движение планет. До открытия Н. Коперника (XVI в.) в течение пятнадцати веков господствовала *геоцентрическая* система мира Клавдия Птолемея, согласно которой в центре мироздания находилась Земля, а Солнце и планеты вращались вокруг нее. Гениальная мысль греческого астронома Аристарха Самосского (III в. до н. э.) о том, что планеты, в том числе и Земля, движутся вокруг Солнца, на 1700 лет предвосхитившего открытие Н. Коперника, игнорировалась. Система Коперника с Солнцем в центре называется *гелиоцентрической* (греч. *helios* – «Солнце»). Согласно учению, Н. Коперника (1543 г.) Земля – рядовая планета, движущаяся, наряду с другими планетами, по круговым орбитам вокруг Солнца.

Истинную картину орбит планет и их движений установил австрийский астроном И. Кеплер (XVII в.), который сформулировал законы движения планет.

Первый закон – о форме планетных орбит: все планеты движутся по эллипсам, в одном из фокусов которых, общем для орбит всех планет, находится Солнце. Степень вытянутости эллипса определяется величиной его *эксцентриситета*, т. е. отношением фокусного расстояния к длине большой полуоси. И хотя эксцентриситеты большинства планет невелики (у Земли = 0,016), из этого закона следует, что расстояние от планет до Солнца в течение года меняется. Так, у Земли оно изменяется от 152 млн км в наиболее далекой точке орбиты – афелии до 147 млн км в ближайшей точке – перигелии.

Второй закон характеризует скорость движения планет по орбитам: радиус-вектор планеты в равные времена описывает равновеликие площади. Следствие из этого закона – изменение скорости движения планет по орбитам. Так, у Земли при средней скорости 29,8 км/с оно изменяется от 30,3 км/с близ перигелия до 29,3 км/с близ афелия. Все это сказывается на продолжительности дней и ночей и термических особенностях северного и южного полушарий. В северном полушарии полярный день на полюсе на неделю длиннее полярной ночи, а лето длиннее зимы.

Таблица 1 – Некоторые физические параметры планет Солнечной системы

Объект Солнечной системы	Расстояние от Солнца		радиус, км	число земных радиусов	масса, 10^{23} кг	масса относительно Земли	средняя плотность, $г/см^3$	период обращения по орбите, число земных суток	период обращения вокруг своей оси	число спутников (лун)	Наклонение орбиты к орбите Земли
	млн. км	а.е.									
Солнце	-	0	695 400	109	$1,989 \cdot 10^7$	332,80	1,41		25-36	9	
Меркурий	57,9	0,39	2440	0,38	3,30	0,05	5,43	88	59 сут	0	7°
Венера	108,2	0,72	6052	0,95	48,68	0,89	5,25	244	243 сут	0	3°23'
Земля	149,6	1,0	6371	1,0	59,74	1,0	5,52	365,26	23 ч 56 мин 4с	1	-
Луна	150	1,0	1738	0,27	0,74	0,0123	3,34	29,5	27 ч 32 мин	-	
Марс	227,9	1,5	3390	0,53	6,42	0,11	3,95	687	24 ч 37 мин 23 с	2	1°51'
Юпитер	778,3	5,2	69911	11	18986,0	318	1,33	11,86 лет	9 ч 30 мин 30 с	39	1°18'
Сатурн	1429,4	9,5	58232	9	5684,6	95	0,69	29,46 лет	10 ч 14 мин	30	2°29'
Уран	2871,0	19,2	25 362	4	868,3	17	1,29	84,07 лет	11 ч 3	20	0°46'
Нептун	4504,3	30,1	24 624	4	1024,3	17	1,64	164,8 лет	16ч	8	1°46'
Плутон	5913,5	39,5	1151	0,18	0,15	0,002	2,03	247,7	6,4 сут	1	17°08'

В целом же северное полушарие Земли летом из-за более продолжительного освещения получает больше солнечной радиации, несмотря на удаленность от Солнца, и находится в более выгодных тепловых условиях, чем южное.

Третий закон показывает зависимость скорости движения планет от расстояния до Солнца. Квадраты времени обращения различных планет вокруг Солнца пропорциональны кубам больших полуосей их орбит или средних расстояний от Солнца.

Законы Кеплера дают геометрию, но не вскрывают причины движения планет. Используя законы Кеплера, опираясь на общие законы движения тел (законы динамики), И. Ньютон доказал, что движение планет подчиняется силе притяжения, которая пропорциональна массам взаимодействующих тел (Солнца и планеты) и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.

Итак, основная сила, управляющая движением тел Солнечной системы, – притяжение Солнца. Планеты, в свою очередь, вызывают ускорение в движении спутников. Хотя взаимное притяжение планет друг к другу невелико, но оно вызывает отклонения в движении планет – так называемые возмущения. Так как притяжение зависит от массы тела и расстояния между ними, то наибольшие возмущения на Земле вызывают крупные планеты (Юпитер) и особенно близко расположенные тела (Луна).

Лабораторная работа № 2 (2 часа)

Тем. Фигура и размеры Земли

Цель: изучить современные представления о фигуре и размерах Земли.

Оборудование: учебная литература, атласы мира.

Задание 1. На основе учебной литературы ответить на вопросы.

- 1 Как происходило развитие представлений о форме Земли?
- 2 Какие существуют доказательства шарообразности Земли?
- 3 Понятие об эллипсоиде, сфероиде и геоиде.
- 4 Каковы размеры земного эллипсоида Ф. Н. Крассовского?
- 5 Каково географическое значение фигуры и размеров Земли?

Задание 2. Построить кривую изменения дальности видимого горизонта в зависимости от высоты места наблюдения, используя приведенные ниже данные.

Дальность видимого горизонта можно рассчитать по нижеприведенным формулам:

$$D = 3,86\sqrt{H} \text{ (для небольших высот),}$$

где D – дальность видимости горизонта (км), H – высота места наблюдения (м);

$$D = \sqrt{2RH}$$

где D – дальность видимости горизонта (км), H – высота глаза наблюдателя (м), R – радиус планеты (км).

Таблица 2 – Изменение дальности видимого горизонта в зависимости от высоты места наблюдения

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

Для построения кривой берется система прямоугольных координат. На оси абсцисс откладывается высота места наблюдения, на оси ординат – дальность видимого горизонта. При построении кривой первые три цифры высоты места наблюдения не принимаются во внимание. Таким образом, на кривой будет показано изменение дальности видимого горизонта с высоты 100 м. Наиболее удобными масштабами при построении являются: горизонтальный – 1:100000, вертикальный – 1:4 000 000.

Задание 3. Произвести анализ кривой. Указать: а) какова закономерность в изменении дальности видимого горизонта в зависимости от высоты места наблюдения, б) к какому выводу приводит анализ графика и этих данных в отношении формы Земли, в) можно ли на основании приведенных выше данных и графика утверждать, что Земля имеет форму шара.

Задание 4. По графику определить дальность видимого горизонта с Эльбруса, Роман-Коша, Народной, пика Коммунизма, пика Победы, Белухи. Высоты этих вершин выписываются из географического атласа.

Задание 5. Пользуясь графиком, таблицей 2 и картой, определите, на каком приблизительно расстоянии можно увидеть с вершины вулкана Мауна-Лоа (4170 м) лодку, приближающуюся к острову Гавайи. Можно ли увидеть с наивысшей точки острова Тобаго (940 м) острова Тринидад и Гренаду? Какие острова можно увидеть с вершины острова Буру (2428 м)?

Лабораторная работа № 3 (2 часа)

Тема. Осевое вращение Земли и его следствия

Цель: изучить особенности осевого вращения Земли и его следствия.

Оборудование: учебная литература, атласы мира.

Задание 1. На основе учебной литературы ответить на вопросы.

- 1 Каковы основные доказательства вращения Земли вокруг оси?
- 2 В каком направлении вращается Земля вокруг своей оси, если смотреть со стороны северного полюса? Какова угловая скорость вращения Земли? Чем линейная скорость вращения отличается от угловой?
- 3 В каком направлении изменяется линейная скорость вращения Земли? Почему?

4 Каковы следствия осевого вращения Земли?

Задание 2. Используя таблицу 3, определите, сколько времени на 30° з. д., 75° в. д., $28^\circ 32'$ з. д., $107^\circ 56'$ в. д., $21^\circ 15'$ з. д., если на начальном меридиане 16 ч по местному времени.

Таблица 3 – Соотношение долготных и временных единиц

Долгота	Время
15°	1 час
1°	4 мин
$15'$	1 мин
$1'$	4 с
$1''$	0,07 с

Задание 3. На нулевом меридиане местное время 12 часов. Чему равно местное время на (по вариантам):

- 1 вариант 30° з. д., 30° в. д., 105° з. д.;
- 2 вариант 15° з. д., 15° в. д., 140° в. д., 65° з. д.;
- 3 вариант 20° з. д., 20° в. д., 95° з. д., 50° в. д.;
- 4 вариант 10° в. д., 10° з. д., 90° в. д., 45° з. д.;
- 5 вариант 25° з. д., 25° в. д., 80° з. д., 50° в. д.

Задание 4. Сколько времени в Лондоне, если: а) на $48^\circ 31'$ з. д. 16 ч 28 мин, б) на $103^\circ 04'$ в. д. 4 ч 21 мин, в) на $32^\circ 17'$ в. д. 23 ч 59 мин, г) на $34^\circ 30' 45''$ в. д. 10 ч 20 мин, д) на $27^\circ 30' 30''$ в. д. 22 ч 44 мин, е) на $158^\circ 32' 15''$ в. д. 0 ч 17 мин?

Задание 5. Используя формулу перевода местного времени в поясное и обратно ($T_n = T_m + N - \lambda^\circ$; $T_m = T_n - N + \lambda^\circ$, где T_n – *поясное время*, T_m – *местное время*, N – номер часового пояса, λ° – географическая долгота, выраженная в часовой мере) или по разнице координат, определите:

- а) чему равно поясное время в г. Кургане, если местное – 13 ч 30 мин?
- б) чему равно местное время в г. Кургане, если поясное – 12 ч?

Задание 6. Познакомиться с понятием «сумерки». Какие виды сумерек выделяют? Где и когда можно наблюдать белые ночи?

Период плавного перехода от дневного света к ночной темноте и обратно называется *сумерками*. В основе их лежит оптическое явление, наблюдаемое в атмосфере перед восходом и после захода Солнца, когда оно еще (или уже) находится под линией горизонта, но освещает небосвод, от которого отражается свет. Продолжительность сумерек зависит от склонения Солнца (углового расстояния Солнца от плоскости небесного экватора) и географической широты места наблюдения. На экваторе сумерки короткие, с увеличе-

нием широты – возрастают (рисунок 5). Различают три периода сумерек. *Гражданские сумерки* наблюдаются, когда центр Солнца погружается под горизонт неглубоко (на угол до 6°) и ненадолго. Это фактически *белые ночи*, когда вечерняя заря сходится с утренней зарей. Летом они наблюдаются на широтах 60° и более. Например, в Санкт-Петербурге (широта $59^\circ 56'$ с.ш.) они продолжаются с 11 июня по 2 июля, в Архангельске ($64^\circ 33'$ с.ш.) – с 13 мая по 30 июля. *Навигационные сумерки* наблюдаются, когда центр солнечного диска погружается под горизонт на $6-12^\circ$, при этом видна линия горизонта, и с корабля можно определить угол звезд над ней. И наконец, *астрономические сумерки* наблюдаются, когда центр диска Солнца погружается под горизонт на $12-18^\circ$. При этом заря на небе еще препятствует астрономическим наблюдениям слабых светил.

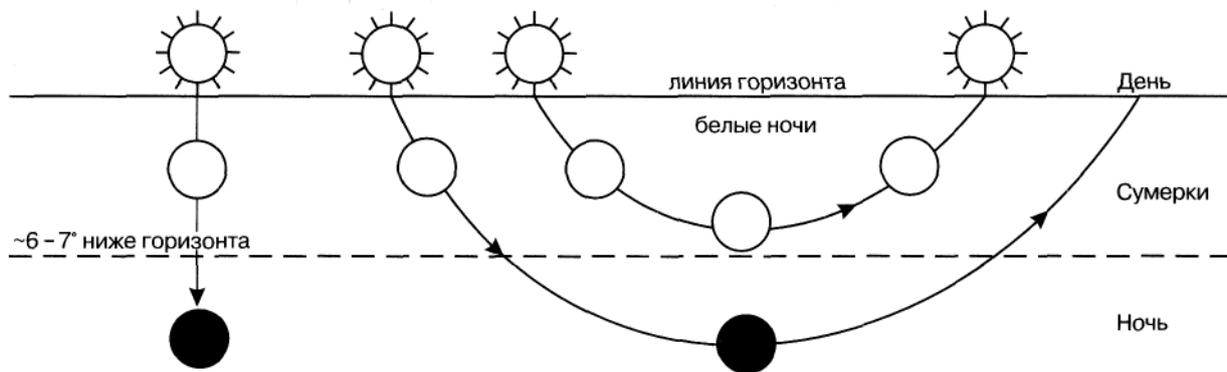


Рисунок 5 – Сумерки и белые ночи

Лабораторная работа № 4 (2 часа)

Тема. Орбитальное движение Земли и его следствия

Цель: изучить орбитальное движение Земли и его следствия.

Оборудование: учебная литература, атласы мира, карандаш, линейка.

Задание 1. На основе учебной литературы ответить на вопросы.

- 1 Раскройте общие понятия о годовом движении Земли (эклиптика, орбита, скорость движения Земли, звездный год, тропический год, високосный год, афелий, перигелий, дни равноденствий, дни солнцестояний).
- 2 С чем связаны явления прецессии и нутации?
- 3 Каковы закономерности смены времен года?
- 4 Дайте характеристику поясов освещения.
- 5 Раскройте понятия тропик, полярный круг.

Задание 2. Воспроизведите в тетради рисунок 6. Ответьте на вопросы:

- 1 Какую форму имеет орбита Земли?
- 2 Как изменяется расстояние от Земли до Солнца в течение года?
- 3 В каком направлении движется Земля по орбите?

Задание 3. Нарисуйте положение Земли по отношению к Солнцу в дни равноденствий и солнцестояний. На выполненном рисунке покажите направление солнечных лучей, положение земной оси, экватор, Северный и Южный тропик, полярные круги. Проведите светораздельную плоскость и затушите затенённую половину Земли.

Задание 4. Вычислите полуденную высоту Солнца на разных широтах (экватор, тропики, полярные круги, полюса) в дни равноденствий и солнцестояний. Для выполнения задания следует пользоваться формулами:

а) для дней равноденствия:

$$h = 90^\circ - b,$$

где h – высота Солнца, b – широта места;

б) для дней солнцестояния:

$$h = (90^\circ - b) \pm 23,5^\circ.$$

Постройте графики полуденной высоты Солнца на разных широтах (экватор, тропики, полярные круги, полюса) в дни равноденствий и солнцестояний. По графикам определить полуденную высоту Солнца в дни равноденствий и солнцестояний для островов Ян-Майен, Гавайи, Кергелен, Вознесения.

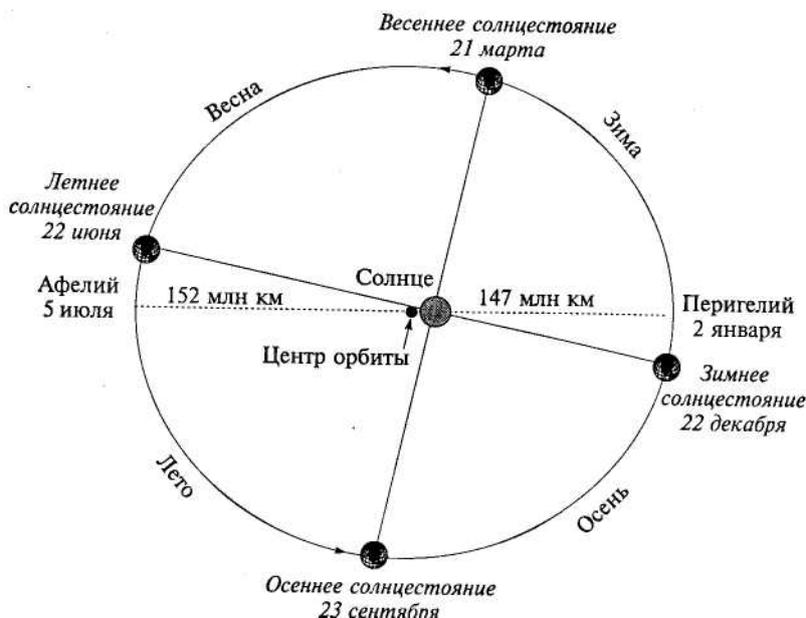


Рисунок 6 – Орбитальное движение Земли вокруг Солнца

Задание 5. Постройте кривые продолжительности самого длинного и самого короткого дня на разных широтах Северного полушария (таблица 4).

Таблица 4 – Изменение продолжительности дня на разных широтах Северного полушария в течение года

Широта	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	66,5°
Самый длинный день	12 ч	12 ч 35 мин	13 ч 13 мин	13 ч 56 мин	14 ч 51 мин	16 ч 09 мин	18 ч 30 мин	24 ч
Самый короткий день	12ч	11ч 25 мин	10 ч 47 мин	10 ч 04 мин	9 ч 09 мин	7 ч 51 мин	5 ч 30 мин	0 ч

На оси абсцисс обозначают градусы широты, на оси ординат – часы суток. Обе кривые строят на одном графике разным цветом.

Проанализируйте ход кривых и ответьте на вопросы:

- 1) какова продолжительность дня и ночи на экваторе?
- 2) по графику определите, какова продолжительность самого длинного и короткого дня в Кургане, Москве, Санкт-Петербурге, Сочи, Лондоне, Тель-Авиве.

Задание 6. Вычертите кривые продолжительности полярного дня и полярной ночи на разных широтах Северного полушария по данным таблицы 5.

Таблица 5 – Продолжительность полярного дня и полярной ночи на разных широтах Северного полушария

Широта	Продолжительность	
	Полярный день	Полярная ночь
66,5°	1 сут	1 сут
70°	64 сут 10 ч	60 сут 13 ч
80°	133 сут 14 ч	126 сут 12 ч
90°	186 сут 10 ч	178 сут 20 ч

При построении графика на оси абсцисс откладывают градусы широты, горизонтальный масштаб должен быть достаточно крупным, иначе кривые будут проходить очень близко друг к другу.

1 Определите по графику продолжительность полярного дня и полярной ночи для городов Верхоянск, Мурманск, Воркута, мыса Челюскин, Земли Франца Иосифа.

2 Выясните, как изменяется продолжительность полярного дня и полярной ночи по направлению от полярного круга к Северному полюсу?

Лабораторная работа № 5 (2 часа)

Тема. Основные черты устройства земной поверхности

Цель: изучить основные черты устройства земной поверхности, научиться строить гипсографическую кривую.

Оборудование: учебная литература, атласы мира, карандаш, линейка.

Задание 1. а) Построить гипсографическую кривую – кривую, показывающую распространение на Земле различных высот и глубин (таблица 6).

Вычерчивание гипсографической кривой начинайте с построения столбиковой диаграммы на миллиметровой бумаге. Вверх от нулевой линии (линии уровня Океана) отложите высоту, вниз – глубину (рекомендуемый масштаб: 1 см – 1000 м). Ширина столбиков диаграммы должна соответствовать в масштабе площади, занимаемой теми или другими ступенями высот и глубин (рекомендуемый масштаб: 1 см – 25 млн кв. км.). На диаграмме, вычерченной простым карандашом, последовательно соедините левые верхние углы высотных столбиков (начиная с высоты 8848 м) и нижние правые углы столбиков глубин (заканчивая глубиной 11022 м). Кривая разделит нулевую линию на два отрезка, соответствующую по длине в масштабе площади, занимаемой сушей (149 млн кв. км.) и океаном (361 млн кв. км.).

Таблица 6 – Распространение на Земле различных высот и глубин

Суша		Океан	
Высота (м)	Площадь (млн кв. км)	Глубина	Площадь (млн кв. км)
8848 – 3000	6	0 – 200	28
3000 – 2000	10	200 – 1000	15
2000 – 1000	24	1000 – 2000	15
1000 – 500	27	2000 – 3000	24
500 – 200	33	3000 – 4000	71
200 – 0	49	4000 – 5000	119
		5000 – 6000	84
		6000 – 11022	5

б) Дать анализ гипсографической кривой Земли. Указать: а) какие площади занимают горы, равнины, низменности, материковая отмель, материковый склон, ложе океана, глубоководные океанические желоба; б) какие ступени высот и глубин на Земле наиболее характерны.

в) Вычислить среднюю высоту суши и среднюю глубину океана. Средняя высота суши определяется путём деления объёма земной коры, находящейся выше уровня современного океана, на площадь, занимаемую сушей, а средняя глубина океана – делением его объёма на занимаемую им площадь.

Задание 2. Вычертить столбиковые диаграммы площадей материков их средних и максимальных высот по данным таблицы 7.

Каждую из трех диаграмм удобнее для наглядности расположить одну под другой так, чтобы все три величины для каждого материка находились на одной вертикальной прямой. Каждая диаграмма должна иметь свой заголовок с указанием принятых единиц измерений.

Рекомендуемый масштаб:

- а) для диаграммы площадей материков: в 1 см – 6 млн км²;
- б) для диаграммы средних высот материков: в 1 см – 200 м;
- в) для диаграммы максимальных высот материков: в 1 см – 1000 м.

Основания всех столбиков в каждой диаграмме берутся одинаковыми. Для более наглядного сравнения материков на диаграммах по площадям, средним и максимальным высотам диаграммы раскрашивают. Столбики наибольшей площади, наибольшей, средней и максимальной высоты закрашиваются одним цветом, столбики второй по величине площади, средней и максимальной высоты – другим цветом и т. д. Все цифровые данные таблицы и названия вершин с максимальной высотой надписываются на соответствующих столбиках диаграмм после их раскраски.

Таблица 7 – Площадь материков, их средние и максимальные высоты (по Пашкангу К.В.)

Название материка	Площадь, млн км ²	Средняя высота, м	Наибольшая высота, м
Азия	43,4	950	8848, г. Джомолунгма
Африка	30,3	750	5895, вулкан Килиманджаро
Северная Америка	24,3	700	6193, г. Мак-Кинли
Южная Америка	18,3	580	6960, г. Аконкагуа
Антарктида	14,1	2040	5140, г. Винсон
Европа	10,0	300	4807, г. Монблан
Австралия с Океанией	9,0	350	2230, пик Косцюшко

Лабораторная работа № 6 (2 часа)

Тема. Атмосфера

Цель: систематизировать и закрепить знания студентов о строении и основных параметрах атмосферы, её свойствах и протекающих в ней процессах.

Оборудование: учебная литература.

Задание 1. Изучите предложенный ниже материал, ответьте на вопросы.

- 1 Что такое атмосфера и каковы её состав и строение?
- 2 Как изменялся газовый состав атмосферы на протяжении истории Земли?
- 3 В чём состоит значение атмосферы?

Атмосфера – это внешняя газовая оболочка Земли. Нижней границей атмосферы является земная поверхность. Верхняя граница проходит на высоте 3000 км, где плотность воздуха становится равной плотности вещества в Космосе.

Воздух атмосферы удерживается у земной поверхности силой притяжения. Общий вес атмосферы равен $5,136 \cdot 10^{15}$ т (по другим источникам – $5,9 \cdot 10^{15}$ т), что соответствует весу равномерно распределенного по Земле слоя воды в 10 м или слоя ртути толщиной в 76 см. Вес вышележащего столба воздуха определяет величину атмосферного давления, которое у земной поверхности в среднем составляет 760 мм рт. ст. или 1 атм (1013 гПа, или 1013 мбар).

Плотность воздуха на уровне моря при температуре 15°C в среднем составляет $1,2255 \text{ кг/м}^3$, или $0,0012 \text{ г/см}^3$, на высоте 5 км – $0,735 \text{ кг/см}^3$, 10 км – $0,411 \text{ кг/см}^3$, 20 км – $0,087 \text{ кг/см}^3$. На высоте 300 км плотность воздуха уже в 100 млрд раз меньше, чем у поверхности Земли.

Состав атмосферы. Атмосфера состоит из постоянных и переменных компонентов (таблица 8).

Таблица 8 – Состав атмосферы

Газ	Символ	Содержание, %
Постоянные компоненты		
Азот	N ₂	78,08
Кислород	O ₂	20,95
Аргон	Ar	0,93
Неон	Ne	0,0018
Гелий	He	0,0005
Водород	H ₂	0,00006
Ксенон	Xe	0,000009
Переменные компоненты		
Водяной пар	H ₂ O	0-4
Диоксид углерода	CO ₂	0,0364
Метан	CH ₄	0,00018
Оксид азота	N ₂ O	0,000031
Озон (тропосферный)	O ₃	0,000004
Озон (стратосферный)	O ₃	0,0012
Аэрозоли (частицы)	—	0,000001

К *постоянным* относятся азот (78 % по объему), *кислород* (21 %) и *инертные газы* (0,93 %). Постоянство количества активных компонентов азота и кислорода определяется равновесием между процессами выделения свободного кислорода и азота (преимущественно живыми организмами) и их поглощением в ходе химических реакций. Инертные газы не участвуют в реакциях, происходящих в атмосфере. *Переменными* составляющими являются диоксид углерода, водяной пар, озон, аэрозоли.

Водяной пар задерживает до 60 % теплового излучения планеты. Водяной пар выполняет и другую важную функцию, за что его называют «основным топливом» атмосферных процессов. При испарении влаги (а именно таким путем атмосфера пополняется водяным паром) значительная часть энергии (при-

мерно 2500 Дж) переходит в открытую форму, а затем выделяется при конденсации. Обычно это происходит на высоте облачного покрова. В результате таких фазовых переходов большое количество энергии перемещается в пределах географической оболочки, «питая» различные атмосферные процессы, в частности – тропические циклоны.

Содержание *диоксида углерода* довольно быстро убывает с высотой, понижаясь практически до нуля на верхней границе атмосферы. Углекислый газ задерживает до 18 % теплового излучения Земли. Кроме того, это основной материал для построения зелеными растениями органического вещества.

Водяной пар и диоксид углерода служат природными атмосферными фильтрами, задерживающими длинноволновое тепловое излучение земной поверхности. Благодаря этому возникает *парниковый эффект*, который определяет общее повышение температуры земной поверхности на 38 °С (ее среднее значение +15 °С вместо -23 °С).

Аэрозольные частицы – это находящиеся во взвешенном состоянии минеральная и вулканическая пыль, продукты горения (дым), кристаллики морских солей, споры и пыльца растений, микроорганизмы. Содержание аэрозолей определяет уровень прозрачности атмосферы. В связи с активной антропогенной деятельностью запыленность атмосферы увеличилась. Как показывают эксперименты, при большой запыленности величина приходящей к Земле солнечной радиации может понижаться, что ведет к изменениям погоды и климата планеты. Наиболее крупные аэрозоли – *ядра конденсации* – способствуют превращению водяного пара в водяные капли (облака).

Вертикальное строение атмосферы. Атмосферу подразделяют на пять оболочек (рисунок 7).

Нижняя часть атмосферы, непосредственно прилегающая к земной поверхности, называется *тропосферой*. Она простирается над полюсами до высоты 8 км, в умеренных широтах – до 10-11 км, над экватором – до 16-17 км. Здесь сосредоточено около 80 % всей массы атмосферы. Наблюдаемое понижение температуры в этом слое (в среднем 0,6 °С на 100 м) связано с расширением воздуха под воздействием уменьшения с высотой внешнего давления, а также с переносом теплоты от земной поверхности. При средней для всей Земли годовой температуре воздуха +15 °С на уровне моря, на верхней границе тропосферы она понижается до -56 °С. Понижение температуры воздуха, так же как и других метеорологических величин, не всегда выдерживается, а в ряде случаев отклоняется от нормального, образуя *инверсии*. Последние определяются местными географическими причинами.

Физические свойства воздуха тропосферы во многом обусловлены характером взаимодействия с подстилающей поверхностью. Вследствие непрерывного перемешивания воздуха его состав во все толще тропосферы постоянный. Тропосфера содержит основное количество всей атмосферной влаги.

Вблизи верхней границы тропосферы располагается переходный слой – *тропопауза* мощностью около 1 км. Выше тропопаузы не поднимаются верти-

кальные токи воздуха, обусловленные различиями его нагревания и увлажнения от земной поверхности (атмосферная конвекция).

Выше тропосферы, примерно до 50 км, располагается *стратосфера*. Ранее ее принимали за изотермический слой со средней температурой $-56\text{ }^{\circ}\text{C}$. Однако новые данные показали, что изотермия наблюдается только в ее нижней части, приблизительно до 20 км, а у верхней границы температура повышается до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Стратосфера охвачена мощной горизонтальной циркуляцией с элементами вертикальных движений, что способствует активному перемешиванию воздуха. Антропогенное загрязнение фактически исключено, но сюда проникают продукты интенсивных вулканических выбросов, сохраняющиеся довольно длительное время и влияющие на космическое излучение, включая солнечное.

Особенностью стратосферы является *озоновый слой*, в формировании которого принимает участие следующий физико-химический механизм. Поскольку атмосфера избирательно пропускает через себя электромагнитное излучение Солнца, солнечная радиация распределяется на земной поверхности неравномерно. Входящий в состав воздуха кислород взаимодействует с коротковолновой ультрафиолетовой (УФ) радиацией, и когда молекула кислорода O_2 поглощает УФ свет достаточной энергии, она распадается: $\text{O}_2 + \text{УФ свет} \rightarrow \text{O} + \text{O}$.

Атомарный кислород очень активен и присоединяет молекулу кислорода, образуя молекулу озона:

атомарный кислород (O) + молекулярный кислород (O_2) \rightarrow озон (O_3).

Обычно это происходит на высоте примерно 25–28 км от земной поверхности, где и образуется слой озона. Озон сильно адсорбирует ультрафиолетовые лучи, которые губительны для живых организмов.

В последние годы обнаружено сокращение озона в атмосфере, которое получило название «*озоновой дыры*». Впервые она была обнаружена над Антарктидой, а затем и в других уголках планеты. Установлено, что со временем эти дыры мигрируют и даже пропадают. Возможно, что их образование и исчезновение представляет собой естественный процесс развития географической оболочки и планеты в целом.

Над стратосферой до высоты 80–90 км располагается *мезосфера*. Температура в этом слое вновь понижается и достигает $-107\text{ }^{\circ}\text{C}$. На высоте 75–90 км наблюдаются «серебристые облака», состоящие из кристалликов льда.

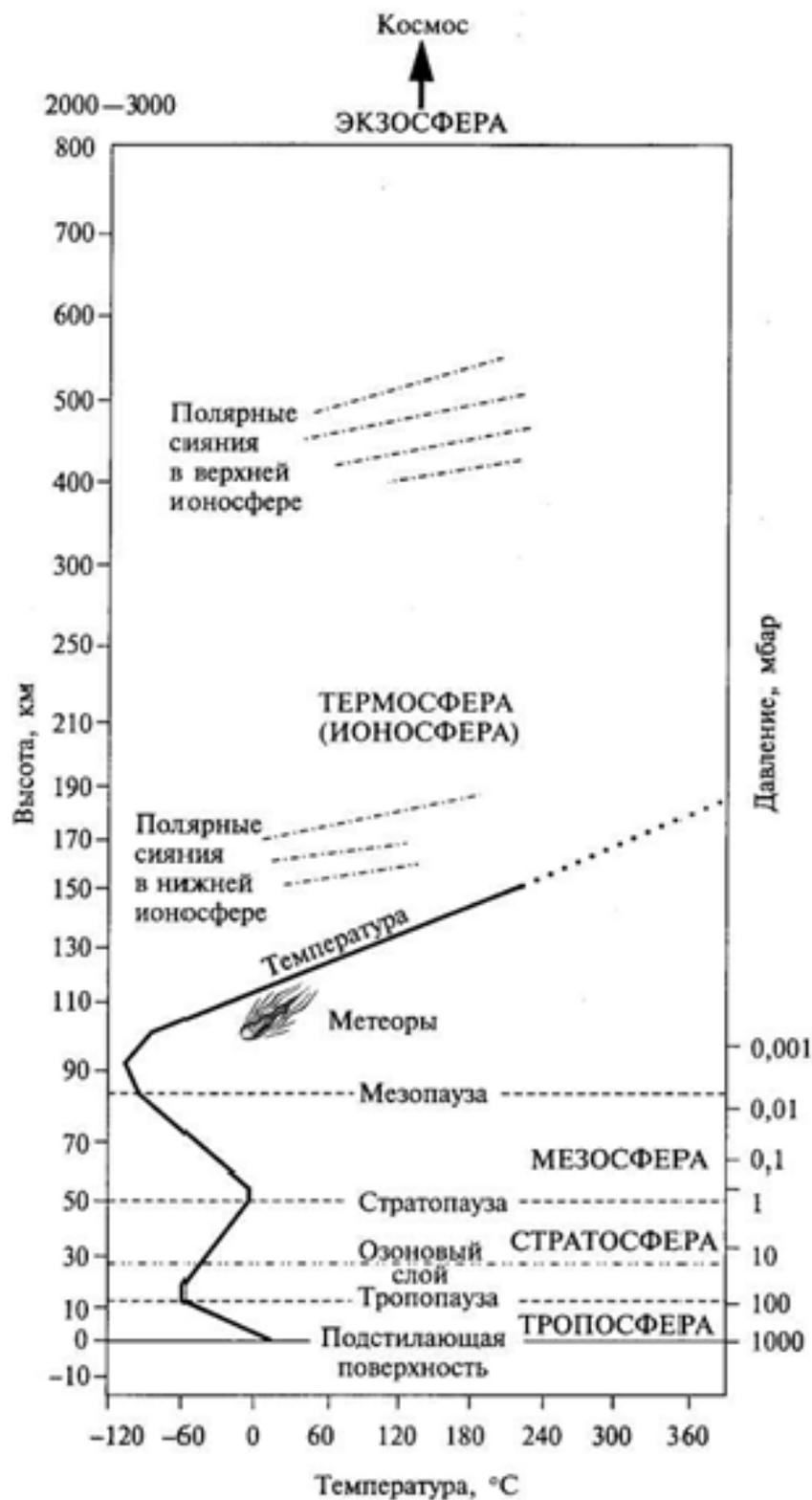


Рисунок 7 – Строение атмосферы

До высоты примерно 800–1000 км располагается *термосфера*. Здесь температура воздуха снова повышается до 220 °C на высоте 150 км и 1500°C – на высоте 600 км. Воздух термосферы состоит преимущественно из азота и кислорода, однако выше 90–100 км короткие волны солнечной радиации вызывают

распад молекул O_2 на атомы и здесь преобладает атомарный кислород. Выше 325 км азот также диссоциирует. Соотношение между азотом и кислородом, характерное для нижних слоев атмосферы (78 и 21 %), на высоте 200 км меняется и составляет, соответственно, 45 и 55 %. Под действием ультрафиолетовых и космических лучей частицы воздуха в термосфере электрически заряжены, с чем связано возникновение полярных сияний. Термосфера поглощает рентгеновское излучение солнечной короны и способствует распространению радиоволн. Следует отметить, что температуру в разреженном воздухе верхней части атмосферы нельзя отождествлять с температурой у земной поверхности. Ее значения рассчитываются по скорости кинетического движения частиц и она не производит в условиях малой плотности воздуха того термического эффекта, который присущ соответствующим величинам у поверхности Земли.

Выше 1000 км располагается *экзосфера*. Скорость движения атомов и молекул газов достигает здесь третьей космической скорости (11,2 км/с), что позволяет им преодолевать земное притяжение и рассеиваться в космическом пространстве.

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

Каждая из составных частей атмосферного воздуха выполняет в географической оболочке свои функции. Кислород участвует в реакции окисления (дыхание, тление, горение). Азот в химических соединениях служит питанием для растений и микроорганизмов.

Современная атмосфера, особенно тропосфера, в значительной степени представляет собой продукт живого вещества биосферы. Полное обновление фотосинтетического кислорода планеты живым веществом происходит за 5200 – 5800 лет.

Задание 2. На основе рисунка 7 и описания к нему заполните таблицу 9.

Таблица 9 – Вертикальное строение атмосферы

Слой атмосферы	Высота, км	Ход температур	Основные особенности

Задание 3. На основе данных таблицы 10 сравните химический состав атмосферы планет земной группы.

Таблица 10 – Химический состав атмосферы планет земной группы в объёмных % (по Войткевичу Г.В.)

Газ	Венера	Земля	Марс
Азот, N ₂	3,5	78,1	2,5
Кислород, O ₂	< 10 ⁻³	21	0,1
Углекислый газ, CO ₂	96,5	0,03	95
Водяной пар, H ₂ O	0,2	0,1	0–0,2
Метан, CH ₄	<10 ⁻⁴	1,8·10 ⁻⁴	4·10 ⁻⁴
Озон, O ₃	?	10 ⁻⁶ – 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
Водород, H ₂	<10 ⁻³	< 5·10 ⁻⁵	–
Оксид углерода, CO	3·10 ⁻³	10 ⁻⁴	0,08
Аммиак, NH ₃	<2·10 ⁻⁴	<10 ⁻⁵	<10 ⁻⁵
Диоксид серы, SO ₂	1,5·10 ⁻²	10 ⁻⁴	<10 ⁻⁶
Хлористый водород, HCl	4·10 ⁻⁵	<10 ⁻⁵	<10 ⁻⁵
Фтористый водород, HF	5·10 ⁻⁷	<10 ⁻⁷	<10 ⁻⁷
Инертные газы			
Гелий, He	0,01	5·10 ⁻⁴	–
Неон, Ne	1,3·10 ⁻³	1,8·10 ⁻³	–
Аргон, Ar	0,015	0,93	1,5
Криптон, Kr	6,5·10 ⁻⁵	1,1·10 ⁻⁴	3·10 ⁻⁵
Ксенон, Xe	–	8,7·10 ⁻⁶	8·10 ⁻⁶
Масса атмосферы (в г)	5,3·10 ²³	5,2·10 ²¹	2,4·10 ¹⁹

Лабораторная работа № 7 (2 часа)

Тема. Литосфера

Цель: систематизировать и закрепить знания студентов о строении и основных параметрах литосферы, её свойствах и протекающих в ней процессах.

Оборудование: учебная литература.

Задание 1. На основе предложенного ниже материала ответить на вопросы.

- 1 Какие существуют методы изучения внутреннего строения Земли?
- 2 Каково внутреннее строение Земли?
- 3 Какие виды земной коры выделяют? Дайте их сравнительную характеристику.
- 4 Что такое литосфера и каково её строение?
- 5 Что известно о составе мантии и ядра?
- 6 Какова история развития теории тектоники литосферных плит?
- 7 Каковы основные положения тектоники литосферных плит?

Внутреннее строение Земли включает три оболочки: земную кору, мантию и ядро. Оболочечное строение Земли установлено дистанционными методами, основанными на измерении скорости распространения сейсмических волн, имеющих две составляющие – продольные и поперечные волны. *Продольные (P) волны* связаны с напряжениями растяжения (или сжатия), ориентированными по направлению их распространения. *Поперечные (S) волны* вызывают колебания среды, ориентированные под прямым углом к направлению их распространения. Эти волны в жидкой среде не распространяются. **Земная кора** – каменная оболочка, сложенная твердым веществом с избытком кремнезема, щелочи, воды и недостаточным количеством магния и железа. Она отделяется от верхней мантии *границей Мохоровичича* (слоем Мохо), на которой происходит скачок скоростей продольных сейсмических волн примерно до 8 км/с. Этот рубеж, установленный в 1909 г. югославским ученым А. Мохоровичичем, как считают, совпадает с внешней перидотитовой оболочкой верхней мантии. Мощность земной коры (1 % от общей массы Земли) составляет в среднем 35 км: под молодыми складчатыми горами на континентах она увеличивается до 80 км, а под срединно-океаническими хребтами уменьшается до 6-7 км (считая от поверхности океанского дна).

Мантия представляет собой наибольшую по объему и весу оболочку Земли, простирающуюся от подошвы земной коры до *границы Гутенберга*, соответствующей глубине приблизительно 2900 км и принимаемой за нижнюю границу мантии. Мантию подразделяют на *нижнюю* (50 % массы Земли) и *верхнюю* (18 %). По современным представлениям, состав мантии достаточно однороден вследствие интенсивного конвективного перемешивания внутримантийными течениями. Прямых данных о вещественном составе мантии почти нет. Предполагается, что она сложена расплавленной силикатной массой, насыщенной газами. Скорости распространения продольных и поперечных волн в нижней мантии возрастают, соответственно, до 13 и 7 км/с. Верхняя мантия с глубины 50–80 км (под океанами) и 200–300 км (под континентами) до 660–670 км называется *астеносферой*. Это слой повышенной пластичности вещества, близкого к температуре плавления.

Ядро представляет собой сфероид со средним радиусом около 3500 км. Прямые сведения о составе ядра также отсутствуют. Известно, что оно является наиболее плотной оболочкой Земли. Ядро также подразделяется на две сферы: *внешнее*, до глубины 5150 км, находящееся в жидком состоянии, и *внутреннее* – твердое. Во внешнем ядре скорость распространения продольных волн падает до 8 км/с, а поперечные волны не распространяются вовсе, что принимается за доказательство его жидкого состояния. Глубже 5150 км скорость распространения продольных волн возрастает и вновь проходят поперечные волны. На внутреннее ядро приходится 2 % массы Земли, на внешнее – 29 %.

Внешняя «твердая» оболочка Земли, включающая земную кору и верхнюю часть мантии, образует *литосферу*. Мощность литосферы составляет 50–200 км.

Литосферу и подстилающие подвижные слои астеносферы, где обычно зарождаются и реализуются внутриземные движения тектонического характера, а также часто находятся очаги землетрясений и расплавленной магмы, называют *тектоносферой*.

Состав земной коры. Химические элементы в земной коре образуют природные соединения – *минералы*, обычно твердые вещества, обладающие определенными физическими свойствами. В земной коре содержится более 3000 минералов, среди которых около 50 породообразующих.

Закономерные природные сочетания минералов образуют *горные породы*. Земная кора сложена горными породами разного состава и происхождения. По происхождению горные породы подразделяют на магматические, осадочные и метаморфические.

Магматические горные породы образуются за счет застывания магмы. Если это происходит в толще земной коры, то формируются *интрузивные* раскристаллизованные породы, а при излиянии магмы на поверхность создаются *эффузивные* образования. По содержанию кремнезема (SiO_2) различают следующие группы магматических горных пород: *кислые* ($> 65\%$ – граниты, липариты и др.), *средние* ($65\text{--}53\%$ – сиениты, андезиты и др.), *основные* ($52\text{--}45\%$ – габбро, базальты и др.) и *ультраосновные* ($<45\%$ – перидотиты, дуниты и др.).

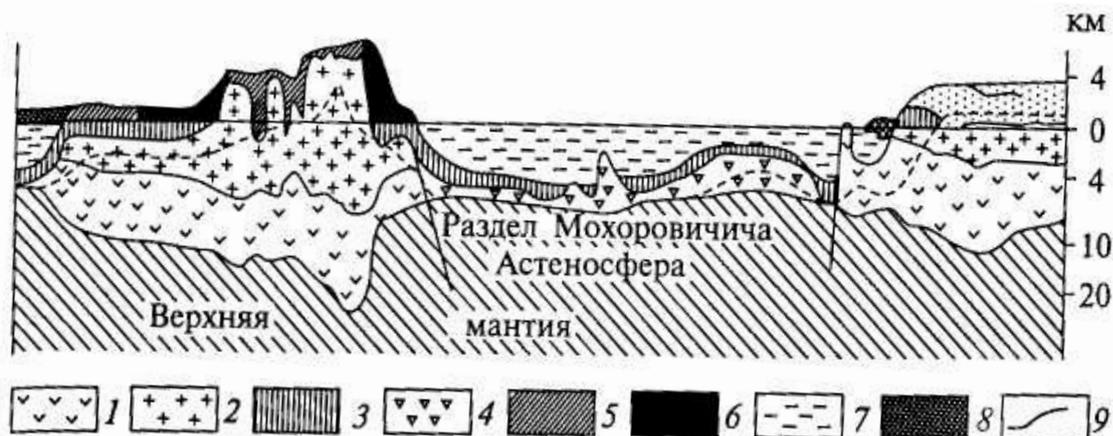
Осадочные горные породы возникают на земной поверхности за счет отложения материала разными способами. Часть из них образуется в результате разрушения горных пород. Это *обломочные*, или *пластические*, *породы*. Величина обломков варьирует от валунов и галек до пылеватых частиц, что позволяет различать среди них породы разного гранулометрического состава – валуники, галечники, конгломераты, пески, песчаники и др. *Органогенные породы* создаются при участии организмов (известняки, угли, мел и др.). Значительное место занимают *хемогенные* породы, связанные с выпадением вещества из раствора при определенных условиях.

Метаморфические породы образуются в результате изменения магматических и осадочных пород под воздействием высоких температур и давлений в недрах Земли. К ним относятся гнейсы, кристаллические сланцы, мрамор и др.

Около 90 % объема земной коры составляют кристаллические породы магматического и метаморфического генезиса. Для географической оболочки большую роль играет относительно маломощный и прерывистый слой осадочных горных пород (стратисфера), которые непосредственно контактируют с разными компонентами географической оболочки. Средняя мощность осадочных пород около 2,2 км, реальная мощность колеблется от 10–14 км в прогибах до 0,5–1 км на океаническом ложе. По исследованиям А. Б. Ронова, наиболее распространенными среди осадочных пород являются глины и глинистые сланцы (50 %), пески и песчаники (23,6 %), карбонатные образования (23,5 %). В составе земной поверхности важную роль играют лёссы и лёссовидные суглинки внеледниковых регионов, несортированные толщи морен ледниковых регионов и интразональные скопления галечно-песчаных образований водного происхождения.

Строение земной коры. По строению и мощности (рисунок 8) различают два основных типа земной коры – материковый (континентальный) и океанический. *Материковая кора* состоит из осадочного, гранитного и базальтового слоев. Последний выделен условно потому, что скорости прохождения сейсмических волн равны скоростям в базальтах. Гранитный слой состоит из пород, обогащенных кремнием и алюминием (SIAL), породы базальтового слоя обогащены кремнием и магнием (SIAM). Контакт между гранитным слоем со средней плотностью пород около $2,7 \text{ г/см}^3$ и базальтовым слоем со средней плотностью порядка 3 г/см^3 известен как граница Конрада (названа по имени немецкого исследователя В. Конрада, обнаружившего ее в 1923 г.).

Океаническая кора двухслойная. Ее основная масса сложена базальтами, на которых лежит маломощный осадочный слой. Мощность базальтов превышает 10 км, в верхних частях достоверно установлены прослои осадочных позднемезозойских пород. Мощность осадочного покрова, как правило, не превышает 1–1,5 км.



1 – базальтовый слой; 2 – гранитный слой; 3 – стратифера и кора выветривания; 4 – базальты океанического дна; 5 – районы с низкой биомассой; 6 – районы с высокой биомассой; 7 – океанские воды; 8 – морские льды; 9 – глубинные разломы континентальных склонов

Рисунок 8 – Строение земной коры

Базальтовый слой на материках и океанском дне принципиально различается. На материках это контактные формирования между мантией и древнейшими земными породами, как бы первичная корочка планеты, возникшая до или в начале ее самостоятельного развития (возможно, свидетельство «лунной» стадии эволюции Земли). В океанах это реальные базальтовые образования в основном мезозойского возраста, возникшие за счет подводных излияний при раздвижении литосферных плит. Возраст первых должен составлять несколько миллиардов лет, вторых – не более 200 млн лет.

Местами наблюдается *переходный тип* земной коры, для которого характерны значительная пространственная неоднородность. Он известен в окраин-

ных морях Восточной Азии (от Берингова до Южно-Китайского), Зондском архипелаге и некоторых других районах земного шара.

Наличие разных типов земной коры обусловлено различиями в развитии отдельных частей планеты и их возрасте. Эта проблема чрезвычайно интересна и важна с точки зрения реконструкции географической оболочки. Ранее предполагалось, что океаническая кора первична, а материковая – вторична, хотя она на многие миллиарды лет ее древнее. Согласно современным представлениям, океаническая кора возникла за счет внедрения магмы по разломам между континентами.

Мечты ученых о практической проверке представлений по строению литосферы, основанные на дистанционных геофизических данных, воплотились в жизнь во второй половине XX в., когда стало возможно глубокое и сверхглубокое бурение на суше и дне Мирового океана. Среди наиболее известных проектов – Кольская сверхглубокая скважина, пробуренная до глубины 12 066 м (в 1986 г. бурение было остановлено) в пределах Балтийского щита в целях достижения границы между гранитным и базальтовым слоями земной коры, а при возможности и ее подошвы – горизонта Мохо. Кольская сверхглубокая скважина опровергла многие устоявшиеся представления о структуре недр Земли. Предполагавшееся по геофизическому зондированию нахождение горизонта Конрада в этом районе на глубине около 4,5 км не подтвердилось. Скорость продольных волн изменилась (не возросла, а упала) на отметке 6842 м, где произошла смена вулканогенно-осадочных пород раннего протерозоя на амфиболито-гнейсовые породы позднего архея. «Виновником» смены оказался не состав горных пород, а их особое состояние – водородное разуплотнение, впервые обнаруженное в естественном состоянии в толще Земли. Таким образом, стало возможным иное объяснение смены скоростей и направлений геофизических волн.

Структурные элементы земной коры. Земная кора формировалась не менее 4 млрд лет, в течение которых она усложнялась под воздействием эндогенных (главным образом под воздействием тектонических движений) и экзогенных (выветривание и др.) процессов. Проявляясь с разной интенсивностью и в разное время, тектонические движения формировали структуры земной коры, которые образуют *рельеф* планеты.

Крупные формы рельефа называются *морфоструктурами* (например, горные хребты, плато). Сравнительно мелкие формы рельефа образуют *морфоскульптуры* (например, карст).

Основные планетарные структуры Земли – *материки* и *океаны*. В пределах материков выделяют крупные структуры второго порядка – *складчатые пояса* и *платформы*, которые отчетливо выражены в современном рельефе.

Платформы – это устойчивые в тектоническом отношении участки земной коры обычно двухъярусного строения: нижний, образованный древнейшими породами, называют *фундаментом*, верхний, сложенный преимущественно осадочными породами более позднего возраста – *осадочным чехлом*. Возраст платформ оценивают по времени формирования фундамента. Участки плат-

форм, где фундамент погружен под осадочный чехол, называют *плитами* (например, Русская плита). Места выхода на дневную поверхность пород фундамента платформы называют *щитами* (например, Балтийский щит).

На дне океанов выделяются тектонически устойчивые участки – *талассократоны* и подвижные тектонически активные полосы – *георифтогенали*. Последние пространственно соответствуют срединно-океаническим хребтам с чередованием поднятий (в виде подводных гор) и опусканий (в виде глубоководных впадин и желобов). Совместно с вулканическими проявлениями и локальными поднятиями океанического дна океанические геосинклинали создают специфические структуры островных дуг и архипелагов, выраженных на северных и западных окраинах Тихого океана.

Контактные зоны между континентами и океанами подразделяют на два типа: *активные* и *пассивные*. Первые представляют собой очаги сильнейших землетрясений, активного вулканизма и значительного размаха тектонических движений. Морфологически они выражаются сопряжением окраинных морей, островных дуг и глубоководных желобов океанов. Наиболее типичными являются все окраины Тихого океана («тихоокеанское огненное кольцо») и северная часть Индийского океана. Вторые являют пример постепенной смены континентов через шельфы и материковые склоны к океаническому дну. Таковы окраины большей части Атлантического океана, а также Северного Ледовитого и Индийского океанов. Можно говорить и о более сложных контактах, особенно в районах развития переходных типов земной коры.

Динамика литосферы. Представления о механизме формирования земных структур разрабатываются учеными различных направлений, которые можно объединить в две группы. Представители *фиксизма* исходят из утверждения о фиксированном положении континентов на поверхности Земли и преобладании вертикальных движений в тектонических деформациях пластов земной коры. Сторонники *мобилизма* первостепенную роль отводят горизонтальным движениям. Основные идеи мобилизма были сформулированы А. Вегенером (1880–1930) как *гипотеза дрейфа материков*. Новые данные, полученные во второй половине XX в., позволили развить это направление до современной теории *неомобилизма*, объясняющей динамику процессов в земной коре дрейфом крупных литосферных плит.

Согласно теории неомобилизма, литосфера состоит из плит (их число, по разным оценкам, колеблется от 6 до нескольких десятков), которые перемещаются в горизонтальном направлении со скоростью от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров в год. Литосферные плиты вовлекаются в движение в результате тепловой конвекции в верхней мантии. Однако последние исследования, в частности глубокое бурение, показывают, что слой астеносферы не является сплошным. Если же признать дискретность астеносферы, то следует отвергнуть и сложившиеся представления о конвективных ячейках и структуре перемещения блоков земной коры, которые лежат в основе классических моделей геодинамики. П. Н. Кропоткин, например, считает, что правильнее говорить о вынужденной конвекции, которая связана с перемещением вещества в мантии

Земли под действием попеременного увеличения и уменьшения земного радиуса. Интенсивное горообразование в последние десятки миллионов лет, по его мнению, было обусловлено прогрессирующим сжатием Земли, составившим примерно 0,5 мм в год, или 0,5 км за миллион лет, возможно, при общей тенденции Земли к расширению.

Согласно современному строению земной коры, в центральных частях океанов границами литосферных плит являются *срединно-океанические хребты* с рифтовыми (разломными) зонами вдоль их осей. По периферии океанов, в переходных зонах между континентами и ложем океанического бассейна, сформировались *геосинклинальные подвижные пояса* со складчато-вулканическими островными дугами и глубоководными желобами вдоль их внешних окраин. Существует три варианта взаимодействия литосферных плит: *расхождение*, или спрединг; *столкновение*, сопровождающееся в зависимости от типа контактирующих плит субдукцией, эдукцией или коллизией; горизонтальное *скольжение* одной плиты относительно другой.

Касаясь проблемы возникновения океанов и материков, надо отметить, что в настоящее время она чаще всего решается путем признания раздробленности земной коры на ряд плит, раздвижение которых и вызвало образование огромных понижений, занятых океанскими водами. Схема инверсий магнитного поля базальтов океанического дна показывает удивительные закономерности симметричного расположения однотипных образований по обе стороны зоны спрединга и их постепенное удревнение в сторону континентов. Не только ради справедливости отметим существующее мнение о достаточной древности океанов – глубоководные океанские осадки, а также реликты базальтовой океанской коры в виде офиолитов широко представлены в геологической истории Земли последних 2,5 млрд лет. Блоки древней океанской коры и литосферы, впечатанные в глубоко погруженный фундамент осадочных бассейнов – своеобразные провалы земной коры, по мнению С. В. Аплонова, свидетельствуют о нереализованных возможностях планеты – «несостоявшихся океанах».

Формирование современного облика Земли. В течение всей истории Земли расположение и конфигурация континентов и океанов постоянно изменялись. Согласно геологическим данным континенты Земли объединялись четыре раза. Реконструкция этапов их становления за последние 570 млн лет (в фанерозое) свидетельствует о существовании последнего суперконтинента – *Пангеи* с достаточно мощной, до 30–35 км континентальной корой, – сформировавшегося 250 млн лет назад, который распался на *Гондвану*, занявшую южную часть земного шара, и *Лавразию*, объединившую северные континенты. Распад Пангеи привел к раскрытию водного пространства, первоначально – в виде *палео-Тихого* океана и океана *Тетис*, а в дальнейшем (65 млн лет назад) – современных океанов. Сейчас мы наблюдаем, как континенты расходятся. Трудно предположить, какова будет дислокация современных континентов и океанов в будущем. По данным С. В. Аплонова, возможно их объединение в пятый суперконтинент, центром которого станет Евразия. В. П. Трубицын счи-

тает, что через миллиард лет материка вновь могут собраться у Южного полюса.

Лабораторная работа № 8 (2 часа)

Тем. Гидросфера

Цель: систематизировать и закрепить знания студентов о строении и основных параметрах гидросферы, её свойствах и протекающих в ней процессах.

Оборудование: учебная литература.

Задание 1. Изучите предложенный ниже материал, ответьте на вопросы.

- 1 Что такое гидросфера и каков её состав?
- 2 Какие существуют гипотезы происхождения гидросферы?
- 3 Какова роль гидросферы в процессах функционирования географической оболочки?

Определение и состав гидросферы

Природные воды Земли формируют ее *гидросферу*. Устоявшихся определений понятия гидросферы и ее границ пока нет. Традиционно *под гидросферой* понимают прерывистую водную оболочку земного шара, расположенную на поверхности земной коры и в ее толще, представляющую совокупность океанов, морей и водных объектов суши (рек, озер, болот, подземных вод), включая снежный покров и ледники. За верхнюю границу гидросферы условно принимают поверхность земного шара; нижняя ее граница менее четкая, но основная масса включающихся в гидросферу подземных вод заключена в осадочной рыхлой толще.

Общий объем поверхностных и приповерхностных подземных вод на Земле составляет около 1,39 млрд км³. Различные виды природных вод и их роль в гидросфере показаны в таблице 11.

Соленых вод на Земле 97,4 % – это, прежде всего, океаническая вода и частично минерализованная озерная и подземная. На долю пресной воды приходится всего 2,6 %, из них около 2,0 % сосредоточено во льдах. Лишь около 0,6 % жидкой воды находится в реках, озерах и подземных резервуарах, причем пятая часть – в озере Байкал. Поэтому проблема пресной воды – одна из глобальных экологических проблем человечества.

В настоящее время вода покрывает 86 % поверхности Земли: 71 % – площадь Океана и 15 % – суммарная площадь воды на суше: ледники, озера, водохранилища, реки, болота.

Происхождение воды

Вода – это самый распространенный на Земле минерал. Наличие воды – это космическая особенность нашей планеты. Практически все процессы в географической оболочке протекают с участием воды. Зарождение и развитие жизни также связано с водой. Вода – основа жизни.

Таблица 11 – Объем воды и активность водообмена различных частей гидросферы

Части гидросферы	Объем			Продолжительность условного водообмена
	тыс. км ³	% от общего объема	% от объема пресных вод	
Мировой океан	1338000	96,5	—	2500 лет
Подземные воды	23700	1,72	30,9	1400 и до 10000 лет в зоне вечной мерзлоты
Ледники	26064	1,74	68,7	9700 лет
Озера	176	0,013	0,26	17 лет
Почвенная влага	16,5	0,001	0,05	1 год
Воды атмосферы	12,9	0,001	0,037	8 суток
		1		
Болота	11,5	0,0008	0,033	5 лет
Водохранилища	6,0	0,0004	0,016	0,5 года
Реки	2,0	0,0002	0,006	16 суток

В свете космогонической теории происхождение воды представляется следующим образом. Когда Земля по достижении примерно современной массы стала разогреваться, в мантии начались плавление и дифференциация вещества на летучие, легкоплавкие и тугоплавкие компоненты. Тугоплавкие компоненты остались в мантии, легкоплавкие в виде базальта образовали земную кору, а летучие, в их числе и водяной пар, поднялись на поверхность. По мере охлаждения земной поверхности из водяного пара сформировалась водная оболочка – гидросфера. Она появилась на завершающем этапе формирования планеты Земля.

К началу палеозоя гидросфера Земли приобрела объем, близкий к современному; с тех пор он существенно не изменился. Выделение воды из мантии происходит и в настоящее время – около 1 км³ в год. Эта вода называется ювенильной.

Вода поступает и из космического пространства. Подсчитано, что за геологическое время на Землю могло выпасть $0,73 \times 10^{20}$ г., или слой в 15 см. Следовательно, межпланетное пространство не может рассматриваться как прародитель воды на Земле.

Некоторые свойства воды в аспекте ее роли в географической оболочке

Вода (H₂O) – простейшее и устойчивое соединение водорода с кислородом.

1 Вода – единственный минерал, который в термодинамических условиях земной поверхности находится в трех состояниях – жидком, газообразном и

твердом. Температура, при которой жидкая вода, пар и лед находятся в равновесии, равна $+0,01^{\circ}\text{C}$.

2 Максимальной плотности вода достигает при температуре 4°C . По этой причине зимой невозможна циркуляция воды в водоемах. При понижении температуры от 4°C до 0°C уменьшается плотность воды. Охлажденная более легкая вода остается на поверхности, а в глубинах водоемов скапливается теплая вода с температурой 40°C (точнее $3,98^{\circ}\text{C}$).

3 Вода – универсальный растворитель, она взаимодействует со всеми веществами. Универсальная растворительная способность воды обеспечивает перенос веществ в географической оболочке, в том числе солевой обмен.

4 Вода имеет высокую удельную теплоемкость. Она обеспечивает поглощение большого количества тепла водоемами и их смягчающее действие на климат. При охлаждении 1 м^3 воды на 1°C на один градус нагревается свыше $3\,000\text{ м}^3$ воздуха. Стометровая толща воды при остывании на 1°C способна повысить температуру всей тропосферы на 6°C .

5 Вода может подниматься по капиллярам, что является непременным условием почвообразования и питания растений, а следовательно и сельскохозяйственного производства.

6 Вода самоочищается. При прохождении через грунт вода фильтруется, испаряется только чистая вода, все примеси остаются на месте.

Гидросфера проникает во все другие геосферы и играет важнейшую роль в глобальных процессах обмена веществом и энергией. Вода в природе принимает участие, часто решающее, во многих разнообразных природных процессах и, в соответствии с особенностями того или иного процесса, отличается весьма различной подвижностью.

Вода гидросферы играет важнейшую роль в глобальном цикле вещества, осуществляя эрозию и денудацию горных пород, перенос и отложение продуктов их разрушения.

Вода обладает чрезвычайно высокой растворяющей способностью. Дистиллированной воды в природе не бывает вовсе, и, наоборот, природные растворы разнообразнейшего содержания и различной концентрации встречаются всюду в экосфере и играют решающую роль в глобальных геологических и биогеохимических круговоротах веществ.

Физические свойства воды весьма специфичны: большие величины скрытой удельной теплоты фазовых переходов (испарения, конденсации, таяния, сублимации), значительная теплоемкость, малая молекулярная теплопроводность, нетривиальная зависимость плотности от температуры и др. Эти специфические свойства оказывают серьезное влияние на те многие природные процессы, в которых участвует вода. В особенности значительную роль в глобальных процессах играет очень высокая величина скрытой удельной теплоты испарения–конденсации, потому что 84% солнечной радиации, поглощаемой поверхностью Земли, расходуется на испарение. Это, в свою очередь, обеспечивает влагоперенос и, в конечном итоге, круговорот воды, или гидрологический

цикл. Тем самым, энергия Солнца как бы запускает и поддерживает глобальный круговорот воды.

Другое очень важное физическое свойство воды – это ее высокая теплоемкость, определяющая многие природные процессы. Океаны и моря покрывают 71 % общей площади Земли, а вместе с водными объектами суши (ледники, озера, водохранилища, болота и др.) общая покрытость Земли водой составляет почти 3/4. Это обстоятельство, вследствие высокой теплоемкости воды и значительной энергии ее фазовых переходов, имеет огромное значение для теплового и водного режима нашей планеты, а потому является решающим в формировании почв и растительности и, следовательно, всего облика Земли.

В Мировом океане содержится 96,4 % общего объема гидросферы. Эта огромная масса состоит из двух слоев: верхнего, относительно теплого, и основного, холодного, с температурами 4 °С и ниже. Океан играет важнейшую и весьма неоднозначную роль терморегулятора географической оболочки.

На суше основную массу воды содержат ледники (1,86 % от общих запасов и 70,3 % от запасов пресных вод), существенно влияющие, благодаря их высокой отражательной способности (альбедо), на формирование глобального теплового баланса атмосферы и поверхности Земли.

Если распределить речную влагу, единовременно находящуюся в руслах рек мира, равномерно по всей неледниковой поверхности суши, то средний слой составит лишь 13 мм. Однако роль именно этой, «быстрой» влаги в функционировании экосферы и отдельных ее частей столь велика, что ее невозможно переоценить. Кроме того, именно эта вода – один из основных природных ресурсов, используемых человечеством, отличающийся к тому же высокой скоростью возобновления.

Важнейшим процессом в географической оболочке является глобальный круговорот воды, или, по другой терминологии, гидрологический цикл. Он служит основой единства географической оболочки, играя важнейшую роль во всемирном обмене веществом и энергией.

Лабораторная работа № 9 (2 часа)

Тема. Биосфера

Цель: систематизировать и закрепить знания студентов о строении и основных параметрах биосферы, её свойствах и протекающих в ней процессах.

Оборудование: учебная литература.

Задание 1: Изучите предложенный ниже материал, ответьте на вопросы:

- 1 Что называется биосферой и каковы пределы ее распространения?
- 2 Как организована биосфера и какие факторы влияют на распространение организмов?
- 3 Что характеризуют биомасса и биопродуктивность?
- 4 Назовите основные вехи эволюции биосферы. Охарактеризуйте роль живого вещества в развитии географической оболочки.

Биосфера – это особый объем географической оболочки, своеобразная надсфера, объединяющая практически все геосферы, где существует или существовала жизнь. В широком смысле к биосфере относят не только наружную область Земли, в которой существует жизнь, но и все сферы, в разной мере измененные жизнью. Такой смысл вкладывал в это понятие В. И. Вернадский, относивший к биосфере и верхнюю часть земной коры, включая гранитный слой. Чаще биосферой в широком смысле называют область активной современной жизни организмов, которая охватывает нижнюю часть атмосферы, гидросферу и верхнюю часть литосферы. Иногда этот слой называют *биостром* (термин, используемый Ф. Н. Мильковым). В узком смысле, под биосферой понимают совокупность живых организмов, населяющих земную поверхность. Это совпадает с понятием «*биота*» (П. Дювиньо и М. Танг).

Биосфера – самая крупная (глобальная) экосистема Земли, область взаимодействия живого и косного вещества на планете. Признавая существование географической оболочки как системы геосфер, биосфера как область современной и былой жизни является дополнительной объединяющей их характеристикой.

Распространение биосферы. Биосфера охватывает нижнюю часть атмосферы, всю гидросферу и верхнюю часть литосферы Земли (рисунок 9), населенные и в значительной степени преобразованные живыми организмами.

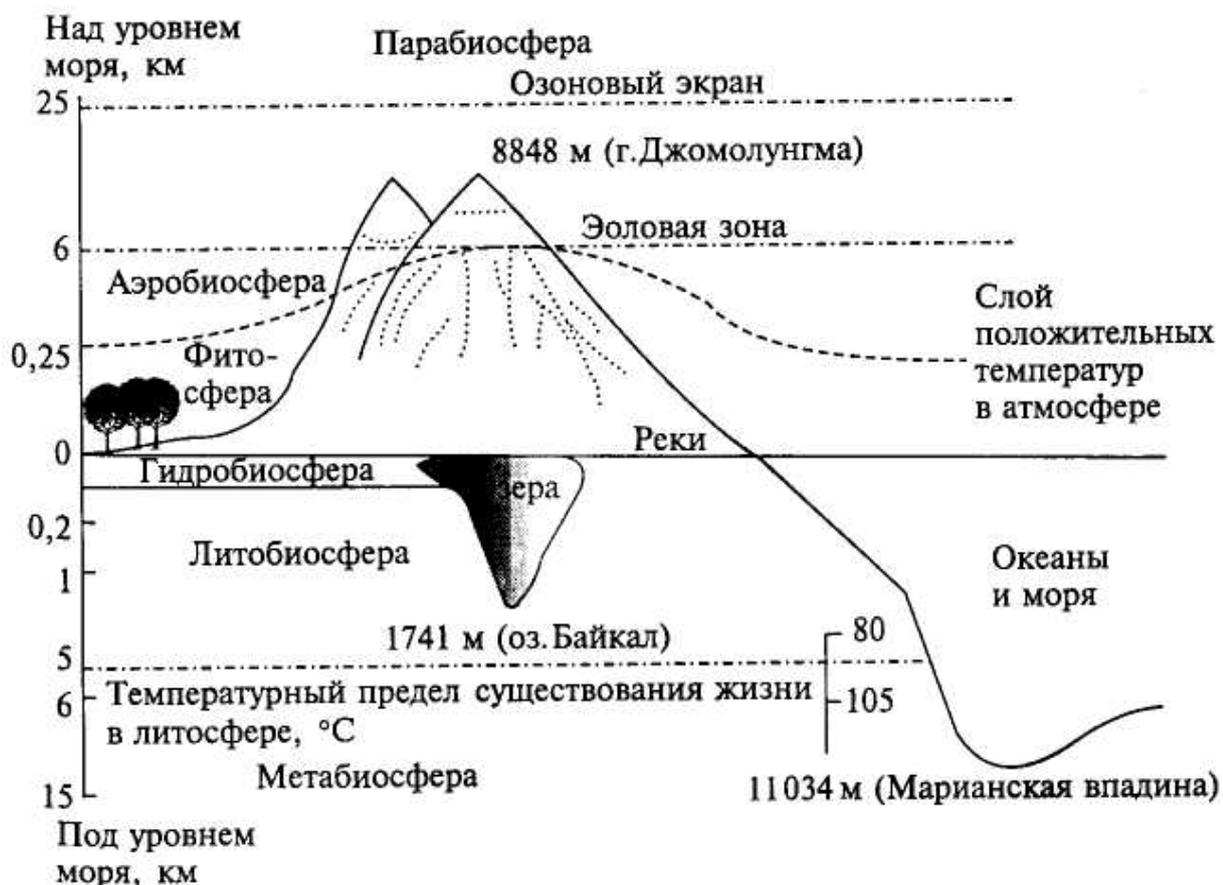


Рисунок 9 – Строение биосферы (по Н. Ф. Реймерсу, с изменениями)

Поскольку основным фактором распространения жизни является солнечная энергия и жидкая вода, то все живые организмы распределены главным образом в верхних слоях литосферы и гидросферы, а также во всей тропосфере. Чем лучше та или иная земная оболочка пропускает солнечные лучи, тем на большую глубину она заселена живыми организмами. Однако биосфера не кончается там, куда доходит свет. Поток энергии распространяется еще дальше: из освещенных слоев в глубину моря непрерывно попадают мертвые и живые организмы, продукты их жизнедеятельности. Что-то похожее отмечается в литосфере, а в атмосфере частички живого вещества поднимаются на большие высоты.

Жидкая вода является, вероятно, более важным лимитирующим фактором в расселении организмов, чем свет. Так, самые жаркие участки пустыни формально находятся вне биосферы. Однако фактически они могут считаться парабиосферными (околобиосферными), так как живые организмы там все же есть. Например, в пустынях Намиб и Калахари под слоем сухого песка встречаются насекомые, существующие за счет приносимых ветром сухих пылевидных остатков растений, питаясь которыми, насекомые получают метаболическую воду.

Пространственная локализация жизни обычно связывается с особенностями функционирования живых организмов. «Пределы биосферы обусловлены прежде всего, полем существования жизни», – писал В. И. Вернадский в 1926 г. Это поле особенно активной жизни асимметрично по планете и ограничено мощностью биосферы, которая в океанической области Земли составляет чуть более 17 км, а на суше уменьшается до 12 км.

В *литобиосфере* живые организмы проникают на ничтожную глубину. Основная их масса сосредоточена в верхнем слое почвы мощностью в несколько десятков сантиметров, и редко кто проникает на несколько метров или десятков метров вглубь (корни растений, дождевые черви). Проникновение зеленых растений в глубь литосферы невозможно из-за отсутствия света. Механические свойства горных пород, слагающих литосферу, также препятствуют распространению в них жизни. Наконец, с продвижением в недра Земли возрастает температура. Однако глубокое бурение показало наличие живых микроорганизмов на глубинах более 3 км, в том числе ниже дна океанов.

С поверхности литосферы живые организмы проникают в нижние слои атмосферы – *аэробIOSферу* на высоту от нескольких сантиметров до нескольких метров. Растения возносят свои кроны иногда на несколько десятков метров. На несколько сотен метров в атмосферу проникают насекомые, летучие мыши и птицы. Восходящие потоки воздуха могут поднимать на несколько километров покоящиеся стадии (споры, пыльцу, цисты, семена) животных и растений. Однако организмы, проводящие всю свою жизнь в воздухе, т. е. связанные с ним как с основной средой обитания, не известны (за исключением, возможно, микроорганизмов). Протяженность биосферы ввысь ограничена в основном недостатком жидкой воды и низким парциальным давлением углекислого газа. В горах хлорофиллсодержащие растения живут и даже цветут (лютик

бахромчатый) на высоте 6400 м (Гималаи). На еще больших высотах встречаются мхи и лишайники, а также некоторые животные (например, пауки, клещи). Они питаются ногохвостками, а те, в свою очередь, довольствуются зернами пыльцы, спорами растений и микроорганизмами, заносимыми туда ветром. Высокогорную область биосферы называют *эоловой зоной*. Еще выше живые организмы попадают лишь случайно.

Гидробиосфера в отличие от атмосферы и литосферы заполнена жизнью по всей толще.

Значительная асимметрия характерна для *метабиосферы*, охватывающей осадочные породы. Но и здесь граница на материках не опускается глубже отметок самых больших глубин океана, т. е. 11 км (температура достигает 200 °С). Следовательно, ее максимальная мощность достигает 30 км. Теоретически пределы биосферы намного шире, поскольку в гидротермах дна океана на глубинах около 3000 м обнаружены организмы при температуре 250 °С. При давлении 300 атм вода здесь не кипит (пределы жизни ограничены точками превращения воды в пар и сворачивания белков). Перегретая жидкая вода обнаружена в литосфере до глубин 10,5 км. Глубже 25 км, по оценкам исследователей, должна существовать критическая температура 460 °С, когда при любом давлении вода превращается в пар и жизнь принципиально невозможна.

Таким образом, укоренившееся мнение о том, что жизнь существует в сравнительно узком интервале физических и химических условий и сосредоточена преимущественно в приповерхностном слое Земли мощностью от нескольких десятков до первых сотен метров, требует кардинального пересмотра. Установлено, что живые организмы обитают практически в любой среде, в том числе в атомных реакторах и на дне глубочайших океанических понижений в бескислородных условиях и среди химических соединений типа сероводорода, углеводородов и др. В рассеянной форме жизнь проникает в глубь Земли: по трещинам земной коры, искусственным выработкам и шахтам животные, растения и бактерии могут опускаться на глубину до 2,5-3 км и более. Нефть, залегающая глубоко от поверхности, также имеет своеобразную бактериальную флору. Установлено, что жизнь существует, даже если света ничтожно мало, давление составляет сотни атмосфер, а температура – сотни градусов Цельсия. Микроорганизмы сохраняются в космическом пространстве на стенках автоматических аппаратов.

В 1985 г. в Атлантическом океане были обнаружены красные водоросли на глубине 270 м, где освещенность не превышает сотой или даже тысячной доли процента (до этого считалось, что фотосинтез не может происходить при освещенности менее 1 %, и жизнь фотосинтезирующих организмов глубже 180–200 м невозможна). Тогда же на дне Тихого океана был найден сверхгорячий источник с температурой воды 400–430 °С, в котором среди горячих рассолов («металлизированной воды») обитали бактерии, крупные раковины-моллюски, некоторые виды червей. Ранее бактерии были обнаружены на глубинах более 2500 м в «черных курильщиках» – термальных источниках на дне Тихого и Атлантического океанов, где температура была 300 °С. Живое суще-

ство было найдено также в толще антарктических льдов, где в условиях холода и отсутствия кислорода невозможен фотосинтез. Заслуживает внимания и заявление исследователей о том, что местами в океанических глубинах обстановка для жизни более благоприятная, чем в приповерхностных слоях. Так, анализы проб воды с глубины около 1500 м показали наличие в 1 см³ воды от 200 до 400 тыс. бактерий, что значительно превышало их количество на поверхности океана.

Организация биосферы. В современных классификациях органический мир Земли на высшем таксономическом уровне делится на два надцарства: *прокариоты* (безъядерные) и *эукариоты* (ядерные). Первые включают два царства: *архебактерии* и *бактерии* (в том числе цианобактерии, или синезеленые водоросли), вторые – три царства: *животные*, *грибы* и *растения*. Это деление основано на закономерностях эволюционного развития и клеточного строения организмов.

Живые организмы можно также классифицировать, исходя из функций, выполняемых ими в обмене веществом и энергией. Различают *автотрофные* и *гетеротрофные* организмы. К автотрофным относятся зеленые растения и некоторые прокариоты (пурпурные фотосинтезирующие бактерии, синезеленые водоросли и хемобактерии). Они создают органическое вещество из неорганического, используя в качестве источника энергии чаще всего солнечную радиацию – *фотосинтез*. Некоторые бактерии создают органическое вещество за счет энергии химических реакций – *хемосинтез*. Гетеротрофные организмы (животные, грибы, большинство бактерий) питаются готовым органическим веществом, при этом грибы и бактерии используют органические остатки и продукты жизнедеятельности других организмов.

На *суше* важные функции выполняют растения: в ходе фотосинтеза они продуцируют органическое вещество и свободный кислород атмосферы. Животные, грибы и бактерии на *суше* имеют гораздо меньшую массу, однако их роль в функционировании биоценозов также значительна. Каждый из видов выполняет специфическую функцию, которую не в состоянии выполнять другие. Активнейшим стимулятором биохимических процессов являются *микроорганизмы*, без которых невозможна полная минерализация органического вещества. Например, они совершают доступную только им фиксацию свободного азота атмосферы, обогащая этим почву.

Основная жизнь в *океане* сосредоточена в приповерхностном слое глубиной до 200 м, который обычно называют верхним деятельным слоем. Такое распределение связано, главным образом, с распространением света и количеством пищи в толще вод. Среди растительных организмов преобладают водоросли, представленные как микроскопическими формами (фитопланктон), так и крупными экземплярами, длиной до нескольких десятков метров. Животные распространены во всех слоях океана. Среди них преобладают простейшие, моллюски, ракообразные, рыбы. Ниже глубины проникновения света растений нет, следовательно, не создается первичная органическая продукция и животные питаются остатками, поступающими сверху.

Океан предоставляет большие преимущества для своих обитателей – *гидробионтов*. Во-первых, морские организмы живут в более постоянных условиях, благодаря чему им не требуются особые покровы и приспособления, которые необходимы обитателям суши для защиты от резких изменений окружающих условий. Во-вторых, жизнь в океане возможна в толще воды, вплоть до самых больших глубин. Многие морские организмы весь жизненный цикл проводят, не соприкасаясь с дном. На суше лишь немногие существа способны летать и парить в воздухе, но и они для питания и размножения вынуждены опускаться на землю. В-третьих, воды океана, особенно прибрежные, характеризуются высоким плодородием, огромными запасами взвешенных и растворенных питательных веществ. Многие донные организмы (особенно беспозвоночные животные и водоросли) ведут «сидячий» образ жизни, поглощая все необходимое прямо из морской воды. В-четвертых, плотность морской воды обеспечивает физическую поддержку обитающим в ней организмам, благодаря чему многие гидробионты не нуждаются в скелетных тканях и имеют мягкую консистенцию. Вынутые из воды, они становятся вялыми и бесформенными (например, медуза). Морская вода нейтрализует действие силы тяжести, благодаря чему в ней сохраняют плавучесть организмы с большой массой тела: гигантские кальмары достигают 30 м в длину, вес синего кита – до 150 т. На суше такие крупные организмы не могут существовать, они будут просто раздавлены весом собственного тела. По условиям существования в океане различают две среды обитания: *пелагиаль* – толща воды и *бенталь* – дно. Пелагиаль в горизонтальном направлении делят на *неритическую* (прибрежную) и *океаническую* области. По вертикали пелагическую зону подразделяют на *эпипелагиаль* (до глубины 200 м), *мезопелагиаль* (переходная область до глубины 750–1000 м), *абиссаль* (глубоководная область до глубины 6000 м) и *ультраабиссаль* (с глубинами свыше 6000 м).

По образу жизни среди обитателей океана выделяют три группы: 1) *планктон* – пассивно перемещающиеся скопления одноклеточных водорослей (фитопланктон) и некоторых видов животных (зоопланктон), которые вызывают цепи питания поверхностных и глубинных слоев; 2) *нектон* – активно передвигающиеся животные (рыбы, головоногие моллюски); 3) *бентос* (фито- и зообентос) – обитатели моря, живущие на дне.

Внутренняя организация биотического сообщества. На любом участке земной поверхности всегда обитает комплекс видов, находящийся с природой в определенных взаимоотношениях. Каждый организм испытывает воздействие экологических факторов – *абиотических* (факторов среды) и *биотических* (внутривидовых). Функционирование сообщества и его стабильность зависят также от популяционных связей, распределения организмов в пространстве и характера взаимодействия с внешней средой. Все это составляет *внутреннюю организацию сообщества*. Важная особенность живых организмов заключается в том, что они могут адаптироваться к разнообразным и меняющимся условиям, обеспечивая тем самым *эволюцию и биоразнообразие*.

За минимальную единицу биосферы как экосистемы первого порядка обычно принимают *биогеоценоз*, который на низшем уровне иерархии представляет единство *биоценоза* (живой части) и *биотопа* (среды), приуроченного к определенному участку земной поверхности.

В разных биогеографических областях сообщества сильно различаются по видовому составу. Каждый вид образуется в определенном месте земного шара, формируя *ареал*, а затем расселяется, останавливаясь перед естественными преградами. Всюду, где независимо от географического положения физическая среда одинакова, развиваются сходные экосистемы. В случае отсутствия «свободных мест» происходит конкурентная борьба.

Биомасса и биопродуктивность. *Биомассой* называют совокупность организмов (живых и отмерших) в экосистеме. Она может быть выражена числом особей, а также в весовых (масса) или энергетических (калориях) характеристиках.

Биопродуктивность – это скорость продуцирования биомассы. В производстве биомассы участвуют *продуценты* – организмы, которые посредством фото- или хемосинтеза накапливают потенциальную энергию в виде органических веществ, созданных из минеральных веществ, поставляемых абиотической средой, и *консументы* – организмы, которые питаются этими созданными сложными органическими веществами. *Первичной* продуктивностью называется скорость, с которой продуценты (в большинстве своем зеленые растения) в процессе фотосинтеза связывают энергию и запасают ее в форме органических веществ. Эти вещества могут быть использованы растительными организмами – консументами первого порядка. *Вторичной* продуктивностью называют скорость продуцирования биомассы консументами второго порядка или *редуцентами* – потребителями мертвого органического вещества.

Несмотря на недостаточную изученность распределения биомассы в географической оболочке (особенно это касается биомассы микроорганизмов и обитателей океаносферы), основные закономерности на сегодняшний день установлены. Одной из них является неоднородное распределение биомассы по вертикали и горизонтали. Другая закономерность проявляется в концентрации биомассы на контакте контрастных сред, что теоретически было предсказано В. И. Вернадским еще в 30-е годы XX в.

Главной контактной зоной географической оболочки является граница суши и океана с атмосферой. Мощность слоя, в котором сосредоточена основная масса живых организмов, составляет здесь от нескольких метров до нескольких десятков метров. Существуют и другие локальные контактные зоны (льды и акватория, берега рек и морей, гидрологические фронты), также обогащенные биомассой и видовым составом организмов.

Если сравнивать величины сухого органического вещества, то оказывается, что по этому показателю материки значительно превосходят океаны. На *суше* величина биомассы обнаруживает тесную связь с водно-тепловыми условиями. Максимальные показатели характерны для лесных сообществ, особенно для влажных тропических лесов (свыше 125 кг/м²), где много теплоты и обиль-

ное увлажнение. От этого максимума биомасса убывает в трех направлениях: в сторону тропических пустынь (где рост живых организмов ограничивается дефицитом влаги), в сторону полярных районов и в сторону высокогорий (где недостаточно тепла). Биомасса центральных районов Антарктиды и Гренландии практически равна нулю.

В океане, где фитопланктон занимает центральное место в составе продуцентов, для распределения биомассы характерны циркумконтинентальная и горизонтальная зональности.

Циркумконтинентальная зональность проявляется в уменьшении биомассы от прибрежных зон (где она достигает 1-2 кг/м² и более) к центральным частям океанов, что объясняется снижением количества питательных веществ в воде. Это отчетливо наблюдается в изменении цвета морской воды от бурозеленого, характеризующего «плодородие» у берегов, к ярко-синему, характеризующему малое количество питательных элементов в открытой части морских бассейнов. Таким образом, в Мировом океане имеются свои «пустыни» и «черноземы».

Горизонтальная зональность связана с закономерностями распределения и характером циркуляции вод. Низкие значения (0,01–0,03 кг/м²) биомассы типичны для тропических морей и центральной части Северного Ледовитого океана. В областях циклонических круговоротов субарктического и умеренного поясов биомасса возрастает до 0,02–0,2 кг/м². Высокие показатели (0,5–2,0 кг/м²) биомассы свойственны районам умеренного пояса в северной части Атлантического и северо-западной части Тихого океанов. Таким образом, продуктивность океанов гораздо ниже продуктивности материков. Это объясняется многими причинами. Главная из них состоит в том, что микроскопические продуценты погружены в воду и удалены друг от друга. Кроме того, солнечное излучение в большей мере поглощается водой, чем поверхностью суши.

Эволюция биосферы. Основными вехами эволюции биосферы являются: быстрое (в геологическом масштабе времени) освоение жизнью земного пространства; постепенное преобразование геологических и геохимических круговоротов вещества в биогеологические и биогеохимические; преобразование первичной атмосферы и стабилизация ее газового состава; замена восстановительного (бескислородного) фона геохимической среды окислительным; возникновение почвообразовательного процесса и создание вследствие этого почвенной структуры; детерминация химической активности природных вод (создание зональной структуры гидросферы и вод зоны гипергенеза).

Центральным событием эволюции было возникновение окислительной среды, что повлекло за собой ряд изменений: уменьшение кислотности вод и превращение среды Мирового океана в щелочную, изменение подвижности химических элементов (в том числе в связи с почвообразованием), обогащение кислородом всех оболочек, примыкающих к земной поверхности (по мнению В. И. Вернадского, даже гранитная оболочка образовалась как таковая благодаря окислительной среде биосферы).

Задание 2. На основании данных таблицы 12 выясните (предварительно вычислив %):

а) где больше биомасса и океане или на суше – и во сколько раз;

б) каково соотношение биомассы растений и биомассы животных на суше и в океане? Полученные выводы объясните.

Таблица 12 – Живая биомасса геосферы (млрд т сухой массы)

(по Рябчикову А. М.)

Компоненты биомассы	Земля в целом		Суша		Океан	
	общая масса	продук - тивность в год	общая масса	продук - тивность в год	общая масса	продук - тивность в год
Фитомасса	1895	198,7	1895	128,7	0,22	70
В том числе леса	1650	79,0	1650	79,0	–	–
Зоомасса	27	62,0	20	56,0	7,00	6
Вся биомасса	1922	260,7	1915	184,7	7,20	76

Задание 3. Проанализируйте рисунок 10 и объясните причины изменения биологической продуктивности Мирового океана на разных широтах. Как влияют на биологическую продуктивность температура, соленость, вертикальная циркуляция вод? Дайте письменную характеристику биологической продуктивности в полярных, умеренных, тропических и экваториальных широтах.

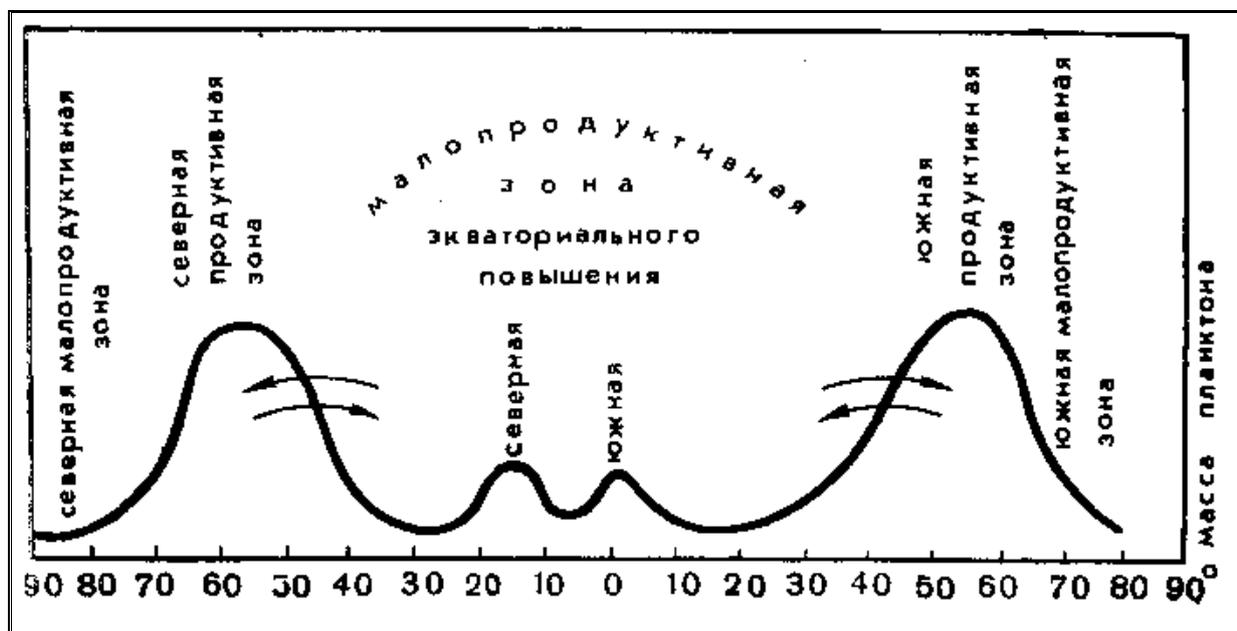


Рисунок 10 – Схема биологической продуктивности Мирового океана.

Задание 4. Сопоставьте продуктивность фитомассы в различных природных зонах с картами распределения солнечной радиации и количества осадков. Выявите общие закономерности. В каких районах наблюдается прямая зависимость прироста фитомассы от количества солнечного тепла? В каком тепловом

поясе прирост наибольший, в каком – наименьший? Чем вызваны изменения прироста фитомассы в одном и том же тепловом поясе? Для анализа используйте данные таблицы 13.

Таблица 13 – Характеристики природных зон (по Пашкангу К. В.)

Зоны	Радиационный баланс, ккал/см ² , год	Увлажнение, %	Продуктивность фитомассы, ц/га
Тундровая	15	150	25
Таежная	30	149-100	70
Широколиственных лесов	45	149-100	120
Лесостепная	44	99-60	110
Степная	46	59-30	90
Субтропических лесов	55	99-60	200
Пустынная	50-70	29-13	20
Саванновая	75	99-30	120
Гилея	73	150-100	400

Лабораторная работа № 10 (2 часа)

Тема. Круговорот вещества и энергии

Цель: изучить круговороты вещества и энергии в географической оболочке.

Оборудование: учебная литература.

Задание 1. Изучите предложенный ниже материал, ответьте на вопросы:

- 1 Дайте определение круговорота вещества и энергии.
- 2 Какие могут быть круговороты и как их можно классифицировать?
- 3 В чем особенность литосферного круговорота?
- 4 Дайте характеристику биологического круговорота.
- 5 Как происходит круговорот воды и из каких звеньев он складывается?
- 6 Почему круговороты в географической оболочке не замкнуты?

Межструктурные круговороты вещества и энергии. Важнейшей особенностью географической оболочки являются круговороты вещества и энергии. Роль их в природе колоссальна, так как они обеспечивают многократность одних и тех же процессов, и явлений, а также направленный характер их развития.

Круговорот веществ – многократное участие вещества в процессах, протекающих в геосферах планеты. *Круговорот энергии* – использование энергии в геосистемах для обеспечения круговоротов вещества.

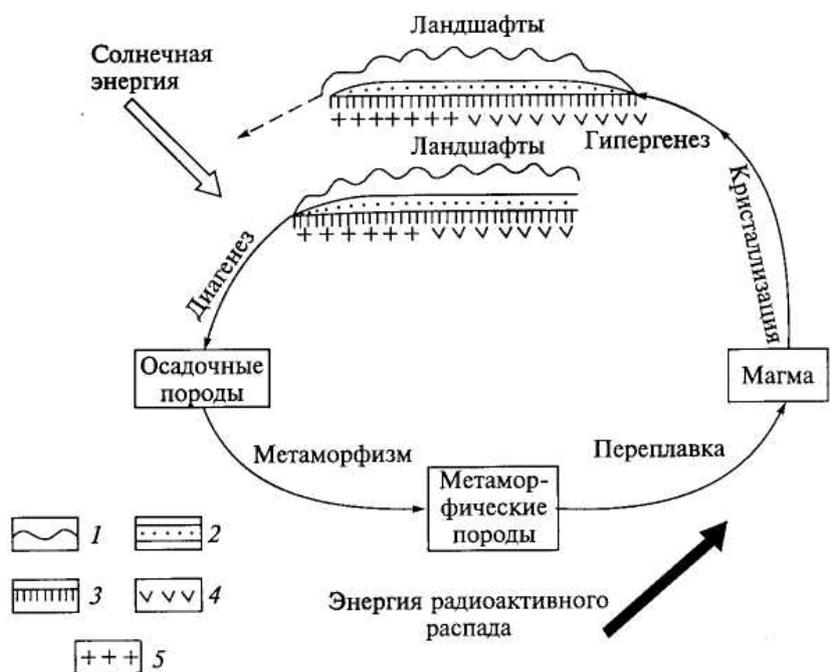
Какие могут быть круговороты и как их можно классифицировать? Поскольку мы изучаем географическую оболочку и ее компоненты, то и природные круговороты целесообразно рассматривать применительно к ее отдельным сферам и веществу каждой из них. Взаимодействие структурных частей географической оболочки, рассеивание их вещества протекают не хаотически, а

представляют собой отдельные звенья общего *межструктурного круговорота* вещества и энергии, связывающего атмосферу, гидросферу, литосферу и биосферу в единое целое – географическую оболочку Земли.

Так как результатом общего круговорота вещества и энергии является обособление и функционирование географической оболочки, то такой круговорот можно именовать *общегеографическим* (глобальным) *круговоротом* вещества и энергии. В его основу положены представления В. И. Вернадского, А. Е. Ферсмана и других ученых о большом геохимическом цикле, или большом географическом круговороте вещества (рисунок 11).

Исходным звеном общегеографического круговорота вещества и энергии является земная поверхность. Под влиянием солнечной энергии здесь возникают динамические явления в тропосфере и гидросфере, сопровождаемые переносом тепла и влаги, формируются зона активной жизни и кора выветривания – структурные части географических ландшафтов. Это *зона гипергенеза* в трактовке А. Е. Ферсмана, увенчанная тонким слоем современных ландшафтов. Общегеографический круговорот протекает медленно даже по геологическим масштабам времени. Он не является совершенно замкнутым. В разные геологические эпохи с неодинаковой силой проявляются тектонические процессы, в непрерывной эволюции находится органическая жизнь и потому качественно отличны ландшафты каждого круговорота и др.

Общегеографический круговорот вещества и энергии представляет синтез частных круговоротов, главные из которых – литосферный (геологический) круговорот, круговорот воды, биологический круговорот.



1 – приземные слои воздуха; 2 – область максимального скопления живого вещества (биостром); 3 – кора выветривания; 4 – изверженные породы; 5 – коренные породы другого состава

Рисунок 11 – Большой географический круговорот (по Милькову Ф. Н.)

Литосферные круговороты проявляются двояко. Во-первых, это действительно перемещение вещества самыми разнообразными механическими путями, что соответствует понятию «*круговорот горных пород*». Во-вторых, это изменение вещественного состава перемещаемых или пребывающих в состоянии покоя горных пород (перенос минеральных веществ в земной коре), и такие процессы чаще называют *геохимическими круговоротами* (рисунок 12).



1 – поглощение вещества и энергии; 2 – поступление вещества и энергии в Космос и мантию; 3 – выделение энергии в ходе большого круговорота; 4 – рост информации (разнообразия); 5 – уменьшение информации; 6 – начало нового цикла

Рисунок 12 – Большой литосферный круговорот круговорота

Глобальный круговорот воды. Рассеянная в атмосфере, погребенная в земной коре либо составляющая собственно гидросферу вода играет исключительную роль в функционировании всей географической оболочки как динамической системе, находящейся в непрерывном движении.

Круговорот воды — это непрерывный процесс циркуляции влаги, охватывающий атмосферу, гидросферу, литосферу и биосферу. Он происходит по условной схеме: выпадение атмосферных осадков, поверхностный и подземный сток, инфильтрация, испарение, перенос водяного пара в атмосфере, его конденсация, повторное выпадение атмосферных осадков. Движущей силой гло-

бального круговорота воды служит солнечная энергия, вызывающая испарение с поверхности океанов и суши. Основной источник поступления влаги в атмосферу (85 %) – поверхность Мирового океана, а с поверхности суши поступает около 14 %. В процессе круговорота вода может переходить из одного агрегатного состояния в другое (рисунок 13). Выделяют круговороты воды в атмосфере, между атмосферой и поверхностью Земли, между земной поверхностью и недрами литосферы, внутри недр литосферы, в гидросфере.

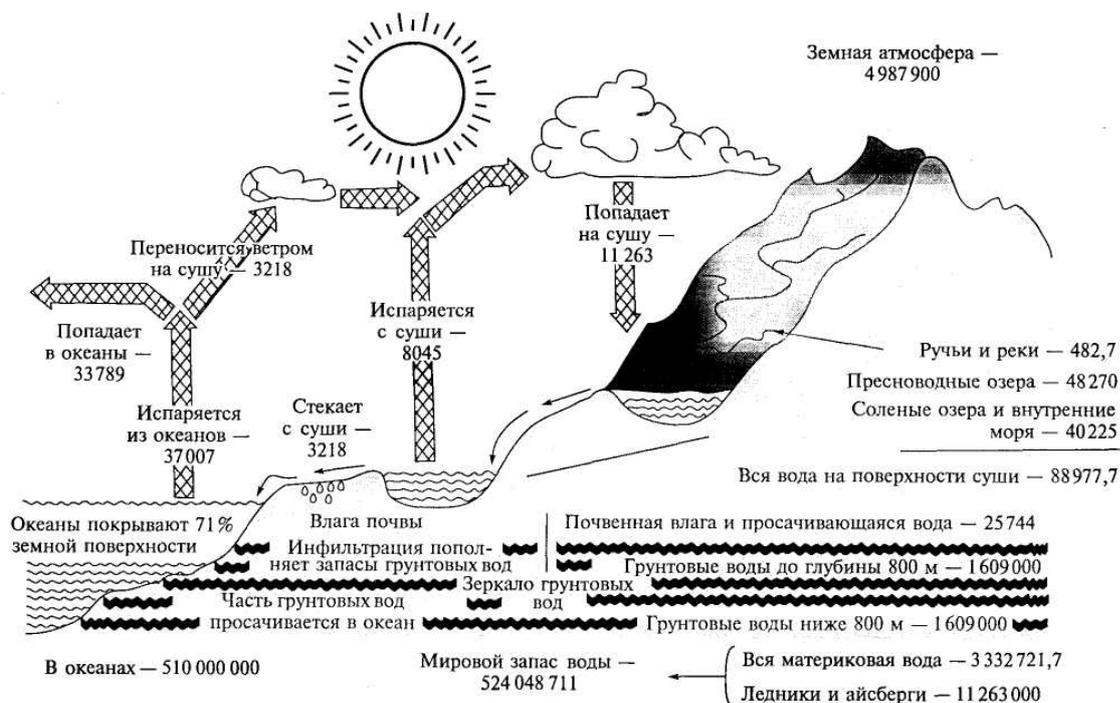


Рисунок 13 – Мировой объем круговорота воды за день, км³

Круговорот воды не замыкается только на Земле. Молекулы водяного пара, поднятые в высокие слои атмосферы, подвергаясь фотодиссоциации под действием ультрафиолетовых лучей Солнца, распадаются на атомы кислорода и водорода. Вследствие высоких температур в термосфере скорость частиц водорода превышает космическую, и он уходит из атмосферы в межпланетное пространство. Очевидно, что ускользание одного атома водорода означает для Земли потерю одной молекулы воды. В свою очередь, и Космос снабжает Землю водой, которая содержится в метеоритном веществе и ледяных кометах. По некоторым оценкам, этим путем за сутки на Землю поступает около 80 м³ влаги, т. е. 25–30 тыс. т ежегодно. В природном круговороте воды можно выделить три основных звена: материковое, океаническое и атмосферное.

Биологические круговороты. Процессы созидания и разрушения органического вещества образуют *биологические круговороты*. Они сопряжены с круговоротами воды, воздуха, энергии, минеральных веществ. Под *биологическим круговоротом* понимают поступление химических элементов из почвы, воды и воздуха в живые организмы, их превращение в новые соединения и воз-

вращение в окружающее пространство в процессе жизнедеятельности организмов. Биологический (или биотический, по Н. Ф. Реймерсу) круговорот – явление непрерывное, циклическое, неравномерное во времени и пространстве.

Исходная ветвь биологического круговорота – *фотосинтез*, в результате которого создается органическое вещество. Одновременно с фотосинтезом в каждом растении идет обратный процесс – *дыхание*. Кроме того, растения погибают, утрачивают часть надземных и подземных органов, образуя мертвое органическое вещество детрит, которое *разлагается* (минерализуется). Дыхание и разложение органического вещества не уравнивают полностью процесс фотосинтеза. В нормально развивающихся фитоценозах количество создаваемого органического вещества превышает ту его часть, которая разрушается, т. е. существует положительный баланс органического вещества. Схематично этот процесс можно представить следующим образом:

1) в зеленых растениях на дневном свете идет фотосинтез: в хлорофилловых зернах разлагается вода, водород используется на построение органических соединений, а кислород выделяется в атмосферу;

2) органические вещества животных и растений после смерти организмов разлагаются микробами до простейших соединений – CO_2 , воды, аммиака и др.;

3) минеральные соединения, возникшие описанным путем, снова поглощаются растениями, животными, микробами и снова входят в состав сложных органических веществ.

Таким образом, одни и те же элементы многократно образуют органические соединения живых организмов и многократно переходят в минеральное состояние. Темпы биологического круговорота определяют важнейшие черты миграции химических элементов в ландшафтной оболочке и характер связей между атмосферой, гидросферой и литосферой. Значение биологического круговорота тем более велико, что он действует уже многие сотни миллионов лет.

Трофические (пищевые) цепи. Неотъемлемой частью биологического круговорота является процесс питания. Часть вновь создаваемого органического вещества вовлекается в *трофические (пищевые) цепи*. Такие цепи состоят из последовательного ряда организмов, каждый из которых является источником пищи для последующего.

Организмы, которые синтезируют необходимые им питательные вещества из простых неорганических соединений, называют *автотрофными* (самопитающимися), в пищевой цепи – *продуцентами*. Фотосинтезирующие автотрофы (зеленые растения, пурпурные бактерии) используют солнечную энергию, которая запасается в органическом веществе и затем расходуется всеми участниками трофической цепи. Хемосинтезирующие автотрофы (некоторые виды бактерий) получают энергию за счет окисления или разложения химических соединений (аммиака, сероводорода, пирита и др.).

Другой тип организмов – *гетеротрофные*, которые питаются готовыми органическими веществами. Гетеротрофы подразделяют на консументов и редуцентов. К *консументам* относят животных. По типу питания они делятся на

растительных (питающихся растениями) и плотоядных (питающихся другими животными). Многие животные всеядны. *Редуценты* – грибы и некоторые бактерии – разлагают органические соединения на простейшие минеральные. Они как бы замыкают биологический круговорот веществ. Еще один тип гетеротрофного питания – *паразитизм*. Он распространен у некоторых видов животных и растений. Трофические цепи не изолированы одна от другой и, переплетаясь, они составляют *пищевые сети*. Принцип образования пищевых сетей состоит в том, что каждый продуцент имеет не одного, а несколько консументов. В свою очередь, консументы, среди которых преобладают полифаги, пользуются не одним, а несколькими источниками питания.

Биогеохимические круговороты. Согласно Н. Ф. Реймерсу, под *биогеохимическим круговоротом* следует понимать часть биологического круговорота, составленную обменными циклами химических веществ, тесно связанных с жизнью – главным образом углерода, воды, азота, фосфора, серы и биогенных катионов.

Биогеохимические круговороты играют огромную роль в географической оболочке: в ходе их реализации биогенная аккумуляция минеральных соединений (превращение CO_2 , H_2O , NH_3 , SO_3 и других соединений в сложные, богатые энергией органические вещества) сменяется минерализацией органических соединений с освобождением энергии. Двойное название эти противоположно направленные процессы созидания и разрушения органического вещества получили потому, что они сопряжены с круговоротами энергии и переносом минеральных веществ.

Распределение энергии не единственное явление, обусловленное пищевыми цепями. Некоторые вещества по мере продвижения по цепи не рассеиваются, а наоборот, накапливаются. Известно, что из более 90 химических элементов, встречающихся в природе, 30–40 необходимы живым организмам. Некоторые элементы, такие как углерод, водород и азот, требуются в больших количествах, другие в малых или даже минимальных. Какова бы ни была потребность в них, все элементы участвуют в биогеохимических круговоротах.

Каждый химический элемент, совершая круговорот в экосистеме, следует по своему особому пути, но все круговороты приводятся в движение энергией, и участвующие в них элементы попеременно переходят из органической формы в неорганическую и обратно.

Таким образом, важнейшее свойство потоков в экосистемах – их *цикличность*. Вещества в экосистемах совершают практически полный круговорот, попадая сначала в организмы, затем в абиотическую среду и вновь возвращаясь в организмы, но часто в иных количествах и состояниях.

Задание 2. Зарисовать и описать схемы большого географического круговорота, большого литосферного круговорота, глобального круговорота воды.

Лабораторная работа № 11 (2 часа)

Тема. Зональность

Цель: изучить особенности проявления зональности в географической оболочке.

Оборудование: учебная литература, атлас учителя, физико-географический атлас мира, карандаш, линейка.

Задание 1. На основе учебной литературы ответить на вопросы.

- 1 Что такое географическая зональность?
- 2 Чем определяется географическая зональность?
- 3 Приведите примеры проявления зональности.
- 4 Назовите наиболее крупные зональные подразделения географической оболочки.
- 5 О чём говорит периодический закон географической зональности?
- 6 В чем своеобразие зональности Мирового океана?

Задание 2. По данным таблицы 14 построить графики среднего распределения температуры воздуха в январе, июле и среднем за год для северного и южного полушария. Как изменяется температура воздуха при движении от экватора к полюсам; чем можно объяснить такой ход температур?

Таблица 14 – Распределение температуры воздуха в январе, июле и среднем за год для северного и южного полушария

Температура, °С	Широта									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	Северное полушарие									
Январь	+27	+26	+22	+15	+6	-7	-16	-25	-30	-41
Июль	+26	+27	+28	+28	+23	+17	+13	+7	-1	-1
Год	+26	+27	+25	+21	+14	+5	-1	-10	-17	-23
	Южное полушарие									
Январь	-	+26	+26	+23	+16	+9	+2	-3	-11	-14
Июль	-	+25	+21	+16	+14	+4	-10	-23	-40	-48
Год	-	+25	+23	+19	+13	+6	-4	-13	-25	-30

Задание 3. По данным таблицы 15 построить график распределения осадков. Какие наблюдаются закономерности в распределении осадков по широтам северного и южного полушария? Какие зоны в распределении осадков можно выделить?

Таблица 15 – Распределение осадков по широтам северного и южного полушария

Осадки, мм	Широта							
	80-70	70-60	60-50	50-40	40-30	30-20	20-10	10-0
	Северное полушарие							
	194	340	510	561	501	503	763	1677
	Южное полушарие							
	-	100	976	868	564	607	1110	1872

Задание 4. По данным таблицы 16 построить график распределения среднего годового давления по широтам северного и южного полушария. Какие зоны в распределении давления можно выделить?

Таблица 16 – Распределение среднего годового давления по широтам северного и южного полушария

Давление, мб	Широта									
	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
	Северное полушарие									
	1014	1014	1012	1012	1014	1016	1019	1012	1010	1010
	Южное полушарие									
	1013	991	996	989	1004	1014	1018	1015	1012	

Задание 5. Нарисовать схему зонального распределения воздушных течений по земному шару (рисунок 14).

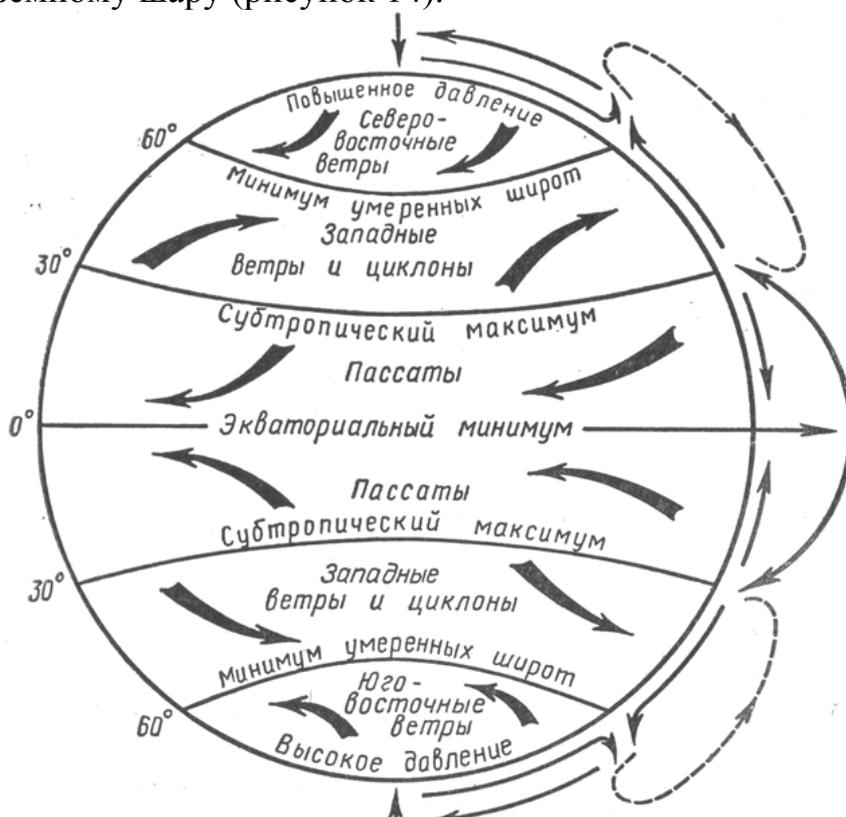


Рисунок 14 – Схема воздушных течений

Задание 6. Изучите легенду карты «Географические пояса и зоны».

- 1 Составьте схему соподчинённости физико-географических зональных единиц по каждому поясу.
- 2 Проследите границы географических поясов, сопоставляя карту географических поясов и зон с картами гипсометрической, климатической, почвенного покрова и растительности. Какими факторами, прежде всего, определяются границы географических поясов?
- 3 На каких территориях широтная зональность отчётливо выражена? Почему? Где наблюдаются наиболее резкие отклонения от широтной зональности и чем они вызваны?
- 4 Сравните конфигурацию и положение географических поясов и зон на суше и в океане. Где зональность выражена отчётливее?

Задание 7. По данным таблицы 17 постройте круговую диаграмму соотношения площадей, занимаемых географическими поясами. Какие географические пояса занимают на земле наибольшие площади, какие наименьшие? какие наблюдаются различия в распределении географических поясов по полушариям?

Таблица 17 – Соотношение географических поясов в разных полушариях

Северное полушарие Пояс	Площадь		Южное полушарие Пояс	Площадь	
	млн км ²	%		млн км ²	%
Арктический	14,45	3	Антарктический	26,19	5
Субарктический	17,62	3	Субантарктический	23,93	5
Умеренный	53,22	10	Умеренный	34,47	7
Субтропический	39,72	8	Субтропический	33,78	7
Тропический	80,77	16	Тропический	95,10	19
Субэкваториальный	38,65	7	Субэкваториальный	30,11	6
Экваториальный	22,07	4	Всего	510,08	100

Задание 8. Познакомиться с периодическим законом географической зональности, определить, какие географические зоны возникают при следующих показателях (таблица 18). Результаты оформить в виде таблицы.

Таблица 18 – Показатели радиационного баланса и радиационного индекса сухости для различных географических зон

Радиационный баланс, кДж/с в год	Радиационный индекс сухости	Географическая зона
125	0,7-0,8	
320	2,0-3,0	
250	0,8-1,0	
205	5,0-10,0	

1 Дж = 0,238846 калории

1 калория = 4,1868 Дж

Задание 9. По картам физико-географического атласа мира и географического атласа учителя составить сравнительную характеристику трёх ландшафтных зон на выбор, имеющих одинаковые показатели радиационного индекса сухости. Результаты оформить в виде таблицы 19.

Таблица 19 – Сравнительная характеристика ландшафтных зон

Географический пояс	Ландшафтная зона	Радиационный баланс	Годовое кол-во осадков	Испаряемость	Коэффициент увлажнения	Радиационный индекс сухости	Типы растительности

Лабораторная работа № 12 (2 часа)

Тема. Высотная поясность

Цель: изучить особенности проявления высотной поясности в географической оболочке.

Оборудование: учебная литература, атлас учителя.

Задание 1. На основе учебной литературы ответить на вопросы.

- 1 Что такое высотная поясность? Что такое спектр высотной поясности?
- 2 С чем связано существование высотной поясности?
- 3 Какая существует связь между горизонтальной зональностью и высотной поясностью и каковы между ними различия?
- 4 Что такое асимметрия поясности? Какие виды асимметрии высотной поясности выделяют?
- 5 Что такое инверсия высотной поясности?
- 6 Чем отличается океанический и континентальный тип высотной поясности?

Задание 2. Построить схему высотной поясности для Крымских гор на основе данных таблицы 20 и ответить на вопросы.

- 1 Какие различия наблюдаются в спектрах высотной поясности Крымских гор северного и южного склонов?
- 2 Какими причинами объясняются различия в спектрах северного и южного полушария?

Таблица 20 – Высотная поясность Крымских гор (по О. Е. Агаханьянцу), в метрах над уровнем моря

Высотные пояса	Северный склон	Южный склон
Луговые степи	Выше 1300	Выше 1300
Буковые леса	700-1300	950-1300
Сосновые леса	-	400-950
Дубовые леса	350-700	-
Можжевельниковые и дубовые леса кустарники	-	0-400
Лесостепи	До 350	-

Методические указания: схема высотной поясности строится в виде треугольника, который делится на две равные части: левая половина треугольника – северный склон, а правая – южный склон. Высотные пояса показывайте цветовой гаммой.

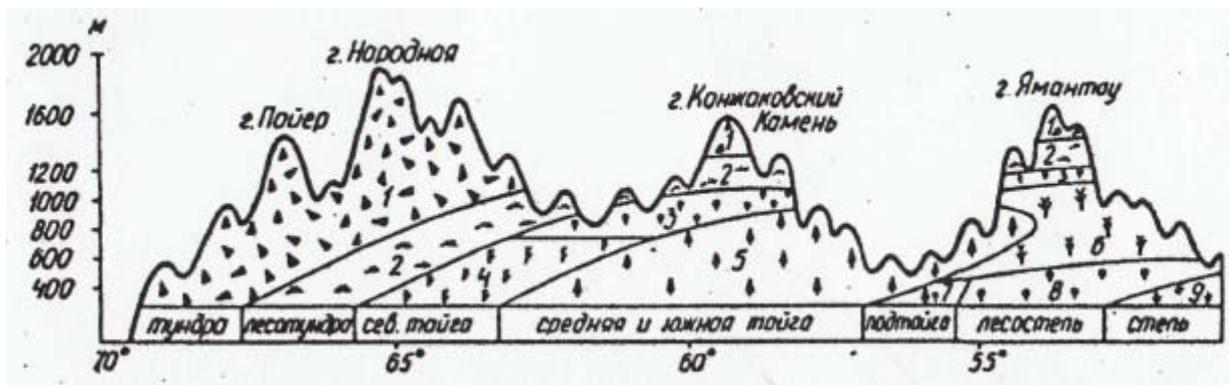
Задание 2. Постройте схему высотной поясности Большого Кавказа по данным таблицы 21 и ответьте на вопросы.

- 1 В чём отличие по спектру высотной поясности Западной и Центральной частей Большого Кавказа от Восточной?
- 2 Как можно объяснить данное отличие?

Таблица 21– Высотная поясность Большого Кавказа (по О. Е. Агаханьянцу), в метрах над уровнем моря

Высотные пояса	Западная и Центральная части	Восточная часть
Низкотравные луга	2400-3300	2600-3000
Высокотравные луга	2200-2400	2400-2600
Хвойные леса	1400-2200	-
Хвойные редколесья	-	2000-2400
Лиственные аридные редколесья	-	800-2000
Широколиственные леса	800-1400	-
Лесостепи	200-800	-
Степи и полупустыни	-	0-800

Задание 3. Проанализируйте рисунок 15. Какие закономерности в распределении высотных поясов можно выявить при движении от Полярного Урала к Южному Уралу (как изменяется набор высотных поясов и их высота). Какая существует связь между широтной зональностью и высотной поясностью?



1 – гольцы; 2 – горная тундра; 3 – горные березняки и луга; 4 – горная лесотундра и редколесье; 5 – горная темнохвойная тайга; 6 – горная светлохвойная тайга; 7 – горная подтайга; 8 – горные широколиственные леса; 9 – горная лесостепь

Рисунок 15 – Схема высотной поясности западного склона Уральского хребта

Лабораторная работа № 13 (2 часа)

Тема. Основные этапы развития географической оболочки

Цель: познакомиться с основными этапами развития географической оболочки.

Оборудование: учебная литература.

Задание 1. На основе учебной литературы ответить на вопросы.

- 1 Каков возраст Земли?
- 2 Что характеризует геохронологическая шкала?
- 3 Когда начали формироваться оболочки Земли?
- 4 Чем характеризуется развитие Земли в архее?
- 5 Каковы особенности развития оболочек Земли в протерозое?
- 6 Каковы особенности развития оболочек Земли в фанерозое?
- 7 Почему четвертичный период называют антропогеновым или ледниковым?

Задание 2. Заполнить таблицу 22.

Таблица 22 – Основные этапы развития географической оболочки

Эон	Эра	Период	Возраст, млн лет	Основные события

Лабораторная работа № 14 (2 часа)

Тема. Глобальные изменения в географической оболочке

Цель: познакомиться с глобальными изменениями в географической оболочке.

Оборудование: учебная литература.

Доклады студентов

Темы докладов.

- 1 Проблема изменения климата Земли и роль в этом антропогенного фактора.
- 2 «Озоновые дыры» и роль антропогенного воздействия на озоновый слой в стратосфере Земли.
- 3 Загрязнение вод Мирового океана.
- 4 Наземные изменения ландшафтов.
- 5 Создание гидроэнергетических сооружений, водохранилищ на реках и их влияние на окружающую среду.
- 6 Мелиоративные работы и их влияние на окружающую среду.
- 7 Перевод земель в сельскохозяйственные угодья.
- 8 Загрязнение природных сред антропогенными выбросами.
- 9 Деградация растительного покрова, обеднение генофонда, снижение биоразнообразия.

Библиографический список

- 1 Гледко, Ю. А. Практикум по общему земледению. Уч.-метод. пособие для студентов географических факультетов / Ю. А. Гледко, Е. В. Матюшевская. – Минск : БГУ, 2004. – 96 с.
- 2 Калесник, С. В. Общие географические закономерности Земли / С. В. Калесник. – Москва : Мысль, 1970. – 283 с.
- 3 Любушкина, С. Г. Естествознание. Землеведение и краеведение / С. Г. Любушкина, К. В. Пашканг. – Москва : Владос, 2002. – 455 с.
- 4 Методические указания по курсу «Общее земледение». Брестский государственный университет им. А. С. Пушкина. – Брест, 2008. – 24 с.
- 5 Неклюкова, Н. П. Общее земледение / Н. П. Неклюкова. – Москва : Просвещение, 1976. – ч.1.
- 6 Никонова, М. А. Земледение и краеведение / М. А. Никонова, П. А. Данилов. – Москва : Академия, 2002. – 240 с.
- 7 Савцова, Т. М. Общее земледение / Т. М. Савцова. – Москва : Академия, 2003. – 412 с.
- 8 Селиверстов, Ю. П. Земледение / Ю. П. Селиверстов, А. А. Бобков. – Москва : Издательский центр «Академия», 2007. – 303 с.
- 8 Сладкопевцев, С. А. Земледение и природопользование / С. А. Сладкопевцев. – Москва : Высшая школа, 2005. – 357 с.
- 9 Сорохтин, О. Г. Развитие Земли : учебник / под ред. Академика РАН В. А. Садовниченко / О. Г. Сорохтин, С. А. Ушаков. – Москва : Изд-во МГУ, 2002. – 560 с.

Аршевская Ольга Владимировна

ЗЕМЛЕВЕДЕНИЕ

Методические указания к выполнению лабораторных работ
для студентов по направлению подготовки 05.03.02 «География»

Редактор Л. П. Чукомина

Подписано в печать 01.11.19

Формат 60x84 1/16

Бумага 65г/м²

Печать цифровая

Усл. печ. л. 3,5

Уч.-изд. л.3,5

Заказ 161

Тираж 25

БИЦ Курганского государственного университета.

640020, г. Курган, ул. Советская, 63/4

Курганский государственный университет.