

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования «Витебский государственный  
университет имени П.М. Машерова»  
Кафедра экологии и географии

# ОСНОВЫ ОБЩЕГО ЗЕМЛЕВЕДЕНИЯ

*Методические рекомендации*

*Витебск  
ВГУ имени П.М. Машерова  
2022*

УДК 911.2(075.6)  
ББК 26.820я73  
О-75

Печатается по решению научно-методического совета учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова». Протокол № 2 от 05.01.2022.

Составитель: старший преподаватель кафедры экологии и географии ВГУ имени П.М. Машерова **С.И. Курдин**

**Р е ц е н з е н т :**  
заведующий кафедрой геологии и географии  
УО «ГГУ имени Ф. Скорины», кандидат географических наук,  
доцент *А.И. Павловский*

**О-75** **Основы общего землеведения : методические рекомендации /**  
сост. С.И. Курдин. – Витебск : ВГУ имени П.М. Машерова, 2022. –  
52 с.

Методические рекомендации по дисциплине «Основы общего землеведения» содержат задания по темам: «Земля как планета», «Атмосфера и климаты Земли», «Гидросфера».

Предназначены для студентов специальности 1-02 04 01 Биология и химия.

УДК 911.2(075.6)  
ББК 26.820я73

© ВГУ имени П.М. Машерова, 2022

## ВВЕДЕНИЕ

При изучении курса «Основы общего землеведения» формируется понятие о географической оболочке как о планетарном природном комплексе, выявляются закономерности ее строения и развития. Это достигается посредством изучения компонентных оболочек (атмосферы, гидросферы и литосферы) и живого вещества во взаимной связи и взаимодействии как частей целого, подчиняющихся общим закономерностям. Дается первое представление о территориальной дифференциации географической оболочки.

Цель изучения дисциплины «Основы общего землеведения» состоит в освоении студентами основы знаний в области физической географии, получении представления о природе планеты как о целостной материальной системе, понимании единства человека и природы, сохранение которой является необходимым условием существования человека.

В задачи изучения дисциплины «Основы общее землеведения» входит ознакомление с основными теоретическими и методологическими положениями современной географии, общими географическими закономерностями Земли, процессами развития и функционирования всех составляющих географической оболочки: атмосферы, гидросферы, литосферы, биосферы и их совокупности – самой географической оболочки, как комплекса сфер.

Материалы для проведения лабораторных занятий, представленные в настоящих рекомендациях, содержат вопросы и практические задания, позволяющие привить студентам навыки владения методическими приемами, применяемыми при изучении компонентов географической оболочки.

# РАЗДЕЛ I. ЗЕМЛЯ КАК ПЛАНЕТА

## Тема 1. ФОРМА И РАЗМЕРЫ ЗЕМЛИ

*Цель: привести доказательства шарообразности Земли на местности, показать, что с поднятием вверх расширяются границы горизонта. Получить представление о площади и объеме Земли.*

### **Оборудование:**

Географический атлас (для учителей средней школы). 4-е изд. М., 1980, Брадис В.М. Четырехзначные математические таблицы М.: Просвещение, 1979 г., Географический глобус.

### **Задание № 1**

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

**Таблица 1. – 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	1 000	121,0
10	12,1	3 000	210,0
50	27,1	5 000	271,0
100	38,3	10 000	383,0
500	85,6		

**Примечание:** для определения дальности видимого горизонта используют формулу:  $L = 3,86 \sqrt{h}$ , где  $L$  – дальность видимого горизонта (км),  $h$  – высота места наблюдения над поверхностью (м)

При построении кривой берется система прямоугольных координат. На оси ординат отложите высоту места наблюдения, на оси абсцисс – дальность видимого горизонта.

Масштаб для высоты места наблюдения – в 1 см 1 км, масштаб для дальности видимого горизонта – в 1 см 40 км.

Произвести анализ кривой. Показать закономерность изменения дальности видимого горизонта с увеличением высоты. К какому выводу приводит анализ графика в отношении формы Земли? Можно ли на основании графика утверждать, что Земля имеет форму шара?

## Задание № 2

Вычислить или определить по графику дальность видимого горизонта для горных вершин: г. Эльбрус, г. Роман-Кош, г. Народная, г. Белуха.

Пользуясь графиком ответить на вопросы:

1. Можно ли с вершин Крымских гор увидеть турецкие берега?
2. Можно ли с берегов Франции увидеть берега Англии?
3. Можно ли с мыса Дежнева увидеть берега Аляски?

**Примечание:** для ответов на поставленные вопросы необходимо по графику определить дальность видимого горизонта с этих точек, по карте – расстояние между соответствующими пунктами. Высоты противоположных берегов принимаются за 0 м.

## Задание № 3

Вычислите площадь поверхности Земли по формуле:

$$S = 4\pi R^2,$$

где  $S$  – площадь,  $R$  – радиус земного шара.

Вычислите объем Земли по формуле:

$$V = 4\pi R^3$$

## Тема 2. ДВИЖЕНИЕ ЗЕМЛИ ВОКРУГ СОЛНЦА. СМЕНА ВРЕМЕН ГОДА И НЕРАВЕНСТВО ДНЯ И НОЧИ

*Цель: уяснить, что смена времен года обусловлена обращением Земли вокруг Солнца; установить, что вследствие различного положения Земли по отношению к Солнцу изменяется продолжительность дня и угол падения солнечных лучей.*

### Оборудование:

1. Географический атлас (для учителей средней школы). 4-е изд. М., 1980,
2. Циркуль,
3. Линейка,
4. Географический глобус,
5. Транспортёр,
6. Теллурий.

## Задание № 1

Используя теллурий, изобразить в форме чертежей положение Земли по отношению к Солнцу в день летнего солнцестояния (22 июня), в день зимнего солнцестояния (22 декабря), в дни равноденствий. На чертежах покажите положение земной оси, экватора, полярных кругов, тропиков и линии терминатора. Стрелками покажите направление солнечных лучей.

**Примечание:** Диаметр Земли взять равным 3–4 см, солнечные лучи изобразить параллельными прямыми, наклон земной оси на всех чертежах сохранить в одну сторону.

- Как изменились бы на земном шаре времена года, если бы земная ось была бы перпендикулярна плоскости земной орбиты?

• Где на земном шаре Солнце в полдень наблюдается полгода на севере, полгода на юге?

### Задание № 2

Составить таблицу полуденной высоты Солнца над горизонтом для Северного полюса, Северного полярного круга, Северного тропика, 10° с.ш., экватора, широты Витебска в периоды равноденствий и солнцестояний.

**Примечание:** для выполнения задания следует пользоваться формулой

$$h = (90 - \varphi) \pm \varphi_0,$$

где  $h$  – полуденная высота Солнца над горизонтом,  $\varphi$  – широта места,  $\varphi_0$  – параллель, где Солнце в зените.

Таблица 2. – Полуденная высота Солнца для разных широт Северного полушария

Широта	21 марта, 23 сентября	22 июня	22 декабря
0°			
10° с.ш.			
23°27' с.ш.			
66°33' с.ш.			
г. Витебск			
90° с.ш.			

### Задание № 3

Ответить на следующие вопросы:

• Когда Солнце бывает выше всего и ниже всего над горизонтом в Витебске и где оно в этот день бывает в зените?

• На каких широтах на земном шаре и в какое время года можно наблюдать Солнце в полдень на севере?

• Сколько раз в году и когда Солнце бывает в зените над тропиками и над экватором? Сколько раз в году Солнце бывает в зените на широтах между тропиками?

### Задание № 4

По данным таблицы 3 определить:

1. Как изменяется продолжительность дня в тропических, умеренных и полярных широтах Северного полушария?

2. Как изменяется продолжительность дня и ночи по направлению от экватора к полюсам?

3. Какова продолжительность самого короткого и самого длинного дня в Минске?

Таблица 3. – **Изменение продолжительности дня на разных широтах в течение года в Северном полушарии**

Широта	Самый длинный день	Самый короткий день
0°	12 ч	12 ч
10°	12 ч 35 мин	11 ч 25 мин
20°	13 ч 13 мин	10 ч 47 мин
23°27'	13 ч 30 мин	10 ч 30 мин
30°	13 ч 56 мин	10 ч 04 мин
40°	14 ч 51 мин	9 ч 09 мин
50°	16 ч 09 мин	7 ч 51 мин
60°	18 ч 30 мин	5 ч 30 мин
66°33'	24 ч 00 мин	0 ч
70°	64 сут. 40 ч	60 сут. 13 ч
80°	133 сут. 14 ч	126 сут. 12 ч
90°	186 сут. 10 ч	178 сут. 20 ч

### Задание № 5

Определить продолжительность дня, время восхода и захода Солнца, если при наблюдении восхода Солнца угломерный прибор показал горизонтальный угол равный: 70°, 95°30', 135°, 73°30'.

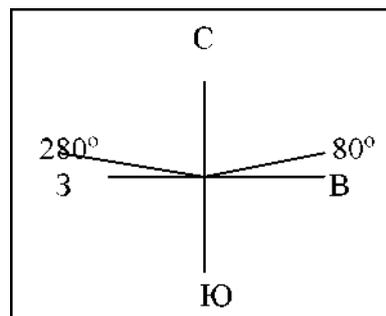


Рис. 2

**Пример.** Горизонтальный угол во время восхода и захода Солнца был равен 80°. Определить время восхода и захода Солнца и продолжительность дня.

Прежде всего, необходимо вычислить на сколько градусов сместилась точка восхода от точки востока. На горизонтальном круге угломера точке востока соответствует 90°, точке запада – 270° (Рис. 2). Следовательно, точка восхода сместилась от точки востока к северу на 10° ( $90 - 80 = 10$ ).

Известно, что местный меридиан делит угол между точками восхода и захода пополам. Отсюда ясно, что Солнце зайдет не в точке 270°, а в точке 280° ( $270 + 10 = 280$ ). Для определения времени захода и восхода Солнца нужно горизонтальный угол точки восхода и захода разделить на 15 или умножить 4. В первом случае получим время в часах, во втором - в минутах. В нашем примере время восхода Солнца – 5 ч 20 мин ( $4 \times 80 = 320$  мин = 5 ч 20 мин), время захода – 18 ч 40 мин. Продолжительность дня – 13 ч 20 мин.

### Задание № 6

Определить продолжительность дня, если известно, что горизонтальный угол по угломеру между точками восхода и захода Солнца составляет  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $136^\circ$ ,  $105^\circ 30'$ ,  $90^\circ 15'$ .

## Тема 3. ОСЕВОЕ ДВИЖЕНИЕ ЗЕМЛИ. МЕСТНОЕ, ПОЯСНОЕ ВРЕМЯ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КООРДИНАТ

*Цель: рассмотреть угловую и линейную скорость осевого вращения Земли. Показать географические следствия вращения Земли вокруг оси. Уяснить, что различное в один и тот же момент местное время на разных меридианах есть следствие осевого движения Земли.*

### Оборудование:

1. Географический атлас (для учителей средней школы). 4-е изд. М., 1980.

### Задание № 1

Вычислите и сравните линейную скорость вращения точек (м/с): на экваторе ( $465,1013$  м/с) и на параллелях  $37^\circ$  ( $4/5$  длины экватора),  $41^\circ$  ( $3/4$  длины экватора),  $48^\circ$  ( $2/3$  длины экватора),  $60^\circ$  ( $1/2$  длины экватора).

**Примечание:** скорость вращения для любой параллели можно вычислить и по формуле:

$$V_l = V \cos \varphi,$$

где  $V$  – скорость вращения на экваторе,  $\varphi$  – широта.

### Задание № 2

Объясните, почему падающие на Землю тела отклоняются от отвесного направления к востоку. Объяснение иллюстрируйте чертежом. На какой широте и почему это отклонение наибольшее? На какое расстояние отклонится от отвесного направления тело, падающее на экваторе с высоты  $80$  м со средней скоростью  $20$  м/с?

Ускорение силы Кориолиса (поворотное ускорение):

$$F_k = 4\pi n v,$$

где  $n$  – число оборотов Земли за  $1$  с =  $1/86400$ ,  $v$  – средняя скорость падения.

Искомую величину восточного отклонения узнаем по формуле

$$S = F_k \times v^2 / 2,$$

где  $v^2$  – время, за которое упадет тело.

С учетом неравномерности падения тела величина отклонения будет на  $0,8$  см больше полученной.



### **Задание № 6**

Определить координаты и название пункта, если известно:

1. Высота Полярной звезды в этом пункте  $54^{\circ}31'$ . Время в пункте отстаёт от местного московского на 5 мин.

2. Высота Полярной звезды  $48^{\circ}30'$ . Время идет впереди местного московского на 6 ч 30 мин.

3. Пункт расположен в Северном полушарии. Когда Солнце стоит в зените на  $15^{\circ}$ с.ш. в этом пункте высота Солнца над горизонтом в полдень  $51^{\circ}$ . Местное время пункта отстаёт от местного московского на 40 мин.

4. Пункт расположен в Северном полушарии. Когда Солнце стоит в зените на  $13^{\circ}$ с.ш., в этом пункте высота Солнца над горизонтом в полдень  $61^{\circ}40'$ . Местное время пункта идёт впереди местного московского на 2 ч. 6 мин.

### **Задание № 7**

1. Вы находитесь в пункте второго часового пояса ( $n = 2$ ). На ваших часах поясное время 10 ч 30 мин. Чему оно равно сейчас в Якутске ( $n = 8$ ): а) 14 ч 30 мин; б) 16 ч 30 мин; в) 18 ч 30 мин?

2. Вы находитесь в пункте шестого часового пояса ( $n = 6$ ). На ваших часах поясное время 16 ч. Чему оно равно сейчас в Минске ( $n = 2$ ):

а) 18 ч; б) 12 ч; в) 14 ч?

## **Тема 4. ЗНАКОМСТВО С КАРТАМИ И АТЛАСАМИ**

*Цель: познакомиться с географическими атласами и картами, научиться находить координаты пункта по географическим координатам и определение пункта по географическим координатам.*

### **Оборудование:**

1. ФГАМ. М., 1964, 2. Географический атлас (для учителей средней школы). 4-е изд. М., 1980, 3. Учебный атлас мира. М., 1974, 4. Атлас География Беларуси. 10 класс. 5. Географический глобус, 6. Линейка.

### **Задание № 1**

Скольким километрам на местности соответствует расстояние 2 см на картах, масштаба:

а). 1: 500 000 б). 1: 25 000 000 в). 1: 50 000

### **Задание № 2**

Определить по карте протяженность в градусах и километрах

- Северной Америки с севера на юг по  $100^{\circ}$  з.д.
- Евразии по  $90^{\circ}$  в.д.
- Африки по  $20^{\circ}$  в.д.
- Австралии по  $140^{\circ}$  в.д.

### Задание № 3

1. Найти с помощью указателей атласов следующие пункты: Пржевальск, Кито, Белфаст, Новый Орлеан, Йоханнесбург.

2. Найти на карте точку с координатами

а).  $50^\circ$  ю.ш.  $70^\circ$  в.д.; б).  $39^\circ$  с.ш.  $9^\circ$  з.д.; в).  $69^\circ$  ю.ш.  $91^\circ$  з.д.; г).  $59^\circ$  с.ш.  $18^\circ$  в.д.

3. По данным географических координат найти города:  $56^\circ 13'$  с.ш.  $43^\circ 49'$  в.д.;  $50^\circ 35'$  с.ш.  $137^\circ 05'$  в.д.;  $50^\circ 05'$  с.ш.  $14^\circ 25'$  в.д.;  $40^\circ 25'$  с.ш.  $3^\circ 41'$  з.д.;  $48^\circ 50'$  с.ш.  $2^\circ 20'$  в.д.;  $39^\circ 54'$  с.ш.  $116^\circ 28'$  в.д.;

### Задание № 4

1. Определить по картам атласа координаты Москвы, Вашингтона, Лондона, Сиднея, Лиссабона.

2. Найти с помощью алфавитного указателя атласа водопад Анхель и определить его координаты.

3. Определить географические координаты крайних южных точек Африки, Южной Америки, Австралии, крайних восточной и северной точек Евразии.

4. На карте Беларуси найти координаты городов Витебск и Полоцк методом интерполяции (используя пример).

**Пример:** найти координаты пункта М (рис. 1).

Для вычисления широты места этого пункта измеряется линейкой расстояние АВ и АМ.

Расстоянию АВ на чертеже соответствуют  $10^\circ$  широты: АВ –  $10^\circ$ , АМ – х,  $x = AM \times 10^\circ / AB$ .

Подставив значения АВ и АМ, решим уравнение, определим количество градусов, которое соответствует расстоянию АМ. Затем эту величину прибавляем к  $40^\circ$  и получаем точку М. Вместо расстояния АМ можно измерить расстояние ВМ. В этом случае для определения широты полученную величину надо отнять от  $50^\circ$ . Методом интерполяции находим и долготу точки М. Изменяем расстояние CD и СМ.

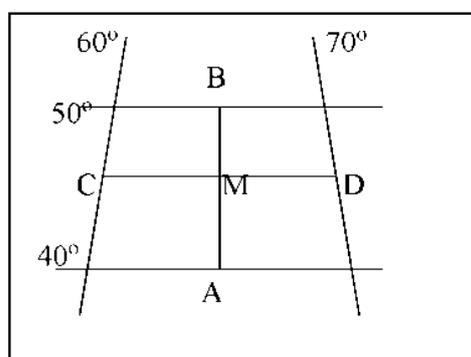


Рис.1. Определение координат пункта методом интерполяции

Затем решив уравнение  $CD - 10^\circ$ ,  $CM - x$ ,  $x = CM \times 10^\circ / CD$ . Прибавив величину СМ (в градусах) к  $60^\circ$ , находим долготу точки М.

## РАЗДЕЛ II. АТМОСФЕРА И КЛИМАТЫ ЗЕМЛИ

### Тема 5. АТМОСФЕРА. СОЛНЕЧНАЯ РАДИАЦИЯ. РАДИАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ

*Цель: изучить и объяснить основные закономерности распределения по земной поверхности среднегодовых величин суммарной радиации и радиационного баланса. Годовой ход радиационного баланса на разных широтах.*

#### **Оборудование:**

1. ФГАМ. М., 1964, 2. Географический атлас (для учителей средней школы). 4-е изд. М., 1980, 3. Карты распределения суммарной солнечной радиации и радиационного баланса.

#### **Задание № 1**

Объяснить причину изменения продолжительности солнечного сияния в Полоцке в течение года.

**Примечание:** Действительная продолжительность солнечного сияния, из-за влияния облачности, значительно меньше возможной. В среднем за год в Полоцке солнце светит 1757 ч, что составляет 39% от теоретически возможной продолжительности. В городских условиях из-за затенения высокими зданиями в утренние и вечерние часы число часов солнечного сияния несколько уменьшается по сравнению с открытой местностью.

Таблица 4. – **Продолжительность (в) солнечного сияния за месяц (ч), отношение (в/в<sup>1</sup>) действительной продолжительности солнечного сияния к теоретически возможной (%), число дней (n) без солнца**

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	XI	X	XI	XII	Год
<i>v</i>	40	64	130	180	258	276	272	238	156	86	34	23	1757
<i>v/v<sup>1</sup></i>	17	24	35	42	51	53	52	51	41	26	14	11	39
<i>n</i>	19	13	10	5	2	2	2	2	4	11	19	23	112

#### **Задание № 2**

Вычислить величину интенсивность прямой солнечной радиации получаемой поверхностью:

1. при высоте Солнца над горизонтом 80° и прозрачности атмосферы (*p*) 0,5;

2. при высоте Солнца над горизонтом 40° и прозрачности атмосферы (*p*) 0,6;

Таблица 5. – Длина пути солнечного луча в атмосфере в зависимости от высоты Солнца над горизонтом

Высота Солнца над горизонтом, град.	Длина пути солнечного луча в атмосфере (m)	Высота Солнца над горизонтом, град.	Длина пути солнечного луча в атмосфере (m)
90	1	40	1,55
80	1,02	30	2,00
70	1,06	20	2,90
60	1,16	10	5,60
50	1,30		

Для определения пути солнечного луча в атмосфере в зависимости от высоты Солнца над горизонтом ( $m$ ) можно использовать следующие данные (табл. 5):

**Примечание:** при вычислении необходимо использовать формулу:

$$I = I_0 \times p^m$$

Солнечную постоянную ( $I_0$ ) принять равной 8,3 Дж/(см<sup>2</sup>мин).

### Задание № 3

1. Вычислить величину интенсивности инсоляции:

а). При угле наклона солнечных лучей 75° ( $h_c$ ) и интенсивности прямой солнечной радиации 3,52 Дж/(см<sup>2</sup>мин) ( $I_0$ );

б). При угле наклона солнечных лучей 90° и интенсивности прямой солнечной радиации 3,52 Дж/(см<sup>2</sup>мин).

2. Определить величину солнечной энергии, получаемой склонами холма северной и южной экспозиции, имеющими крутизну 30°, при высоте Солнца над горизонтом 40° и интенсивности прямой солнечной радиации 3,01 Дж/(см<sup>2</sup>мин). К задаче сделать пояснительный схематический чертёж.

3. Сравнить величину прямой солнечной радиации, получаемой горизонтальной поверхностью и склонами: южной экспозиции 30°, северной 60°, при интенсивности прямой солнечной радиации 0,82 кал/(см<sup>2</sup>мин) и высоте Солнца: а) 90°, б) 60°.

Какова величина инсоляции при тех же условиях для склонов южной экспозиции 60°, северной 30°? Решение пояснить чертежами.

При вычислении используйте формулу:

$$I = I_0 \times \sin(h_c)$$

### Задание № 4

Определить суммарную радиацию и долю рассеянной радиации (%) для пунктов, перечисленных в таблице 6, и объясните наблюдаемые различия.

Таблица 6.

Пункт	Прямая радиация Ккал/см <sup>2</sup> год	Радиация рассеянная Ккал/см <sup>2</sup> год	Суммарная радиация (Q) Ккал/см <sup>2</sup> год	$q/(Q+q)\%$
Бухта Тихая 80°19′	26	39		
Павловск, 54°41′	41	36		
Иркутск, 52°16′	60	30		
Ташкент, 41°20′	100	37		

**Задание № 5**

Пользуясь таблицей 7, ответьте на следующие вопросы:

Таблица 7. – Суточные суммы солнечного тепла

Полушарие	Географическая широта, град	Дата			
		21/III	22/VI	23/IX	22/XII
	90	0,0	4,6	0,0	0,0
	80	0,7	4,5	0,7	0,0
Северное	70	1,3	4,4	1,3	0,0
	60	1,9	4,2	1,9	0,2
	50	2,5	4,3	2,5	0,7
	40	3,0	4,3	2,9	1,3
	30	3,3	4,2	3,3	2,0
	20	3,6	4,0	3,6	2,6
	10	3,8	3,8	3,7	3,1
	0	3,8	3,4	3,8	3,6
	10	3,8	3,0	3,7	4,0
	20	3,6	2,5	3,6	4,3
Южное	30	3,3	1,9	3,3	4,5
	40	3,0	1,3	2,9	4,6
	50	2,5	0,7	2,5	4,6
	60	1,9	0,2	1,9	4,6
	70	1,3	0,0	1,3	4,7
	80	0,7	0,0	0,7	4,9
	90	0,0	0,0	0,0	5,0

1. На каких широтах в течение года наблюдаются максимальные различия в суточных суммах солнечного тепла на границе атмосферы? Как эти различия должны отражаться на температурном режиме и степени выраженности сезонов года?

2. В каком сезоне года наблюдаются максимальные различия в суточных суммах солнечного тепла на границе атмосферы между полярными и

экваториальными широтами? Как это должно сказываться на температурных и барических градиентах между экватором и полюсами и интенсивности межширотного обмена воздушных масс?

### **Задание № 6**

1. Дать анализ карт радиационного баланса Земли (Физико-географический атлас мира):

а). Каковы общие закономерности в изменении радиационного баланса на поверхности Земли?

б). Почему максимальные величины радиационного баланса приходятся на поверхность океана?

в). Какие районы на земном шаре и почему имеют наибольшие величины радиационного баланса?

д). Как изменяется величина радиационного баланса в зимнее и летнее время по широтам? В каком сезоне наблюдаются наибольшие поширотные различия?

2. Определить альбедо  $A$  различных поверхностей, если известно количество суммарной солнечной радиации  $Q$  и отраженной радиации  $r$ :

а) снега при  $Q = 3,52$  Дж/см<sup>2</sup>мин и  $r = 2,47$  Дж/см<sup>2</sup>мин;

б) песка при  $Q = 5,15$  Дж/см<sup>2</sup>мин и  $r = 1,55$  Дж/см<sup>2</sup>мин;

в) глинистой почвы при  $Q = 3,93$  Дж/см<sup>2</sup>мин и  $r = 0,79$  Дж/см<sup>2</sup>мин;

г) луговой растительности при  $Q = 3,60$  Дж/см<sup>2</sup>мин и  $r = 1,51$  Дж/см<sup>2</sup>мин);

д) водной поверхности при  $Q = 2,81$  Дж/см<sup>2</sup>мин и  $r = 0,13$  Дж/см<sup>2</sup>мин;

*При вычислениях использовать формулу:*

$$A = r/Q \times 100\%$$

3. Дать анализ среднеширотных величин, составляющих теплового баланса Земли (табл. 8):

а) Выявить общие закономерности распределения приходной и расходной частей теплового баланса в зависимости от широты.

б) Определить соотношение между радиационным балансом и затратами тепла на испарение на разных широтах.

в) Сравнить величины прихода и расхода тепла в океане и объяснить существующие различия.

4. Дать анализ составляющих теплового баланса континентов и океанов (табл. 9):

а) Выявить общие закономерности в соотношении между компонентами теплового баланса для континентов и океанов.

б) Сравнить приходную и расходную части теплового баланса континентов и океанов и объяснить существующие между ними различия.

в) Объяснить различия в величинах расходной части теплового баланса разных континентов.

Таблица 8. – Средние широтные величины составляющих теплового баланса поверхности Земли, кДж/см-год)

Широта, град	Составляющие теплового баланса			
	Радиационный баланс R	Затраты тепла на испарение LE	Турбулентный поток тепла от подстилающей поверхности к атмосфере P	Приход или расход тепла в океанах
70–80 С	88	84	38	–33
60–50	126	117	54	–46
50–40	201	159	71	–29
40–30	306	247	96	–38
30–20	402	306	100	–4
20–10	444	339	63	42
10–0	440	301	38	101
0–10 Ю	440	318	33	88
10–20	435	377	46	13
20–30	393	347	63	–17
30–40	335	310	50	–25
40–50	234	222	38	–33
60–70	117	130	33	–46
70–80	301	251	50	0

Таблица 9. – Тепловой баланс континентов и океанов, кДж/(см<sup>2</sup>год)

Составляющие теплового баланса	Континенты или части света							Океаны		
	Европа	Азия	Африка	Северная Америка	Южная Америка	Австралия	Атлантический	Тихий	Индийский	
Радиационный баланс R	164	197	285	167	293	293	334	359	351	
Затраты тепла на испарение L E	101	92	109	96	188	92	301	326	322	
Турбулентный поток тепла от подстилающей поверхности к атмосфере P	63	105	176	71	105	201	33	33	29	

## Тема 6. ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА

*Цель: выявить и объяснить основные закономерности географического распределения средней многолетней температуры воздуха у земной поверхности в январе и июле.*

### **Оборудование:**

1. ФГАМ. М., 1964, 2. Географический атлас (для учителей средней школы). 4-е изд. М., 1980, 3. Карты изотерм.

### **Задание № 1**

Дать анализ мировых карт июльских и январских изотерм:

А. Объяснить отклонение изотерм от западно-восточного направления. В каком полушарии (северном или южном), на суше или на море в распределении температуры лучше прослеживается зональность? Каковы её причины? Где ход изотерм близок к широтному?

Б. Выявить области наибольшего отклонения изотерм от широтного направления.

В. Проследить и описать ход изотерм января  $0^{\circ}$ ,  $-8^{\circ}$ ,  $-32^{\circ}$ ,  $-40^{\circ}$  в Евразии.

Г. Выявить области с наиболее высокими и наиболее низкими средне январскими и средне июльскими температурами и объяснить причины их существования.

### **Задание № 2**

Определить годовую амплитуду температур в пунктах, расположенных на материке Евразия (табл. 10). Как изменяются годовые амплитуды температур при движении с запада на восток, почему?

Таблица 10.

Пункты	Долгота	Январь	Июль	Год	Амплитуда
Трейли	$10^{\circ}$ з.	7	15	10	
Мюнстер	$7^{\circ}$ в.	1	17	9	
Варшава	$21^{\circ}$ в.	-5	18	7	
Курск	$36^{\circ}$ в.	-10	19	5	
Оренбург	$55^{\circ}$ в.	-15	22	3	
Рубцовск	$80^{\circ}$ в.	-18	22	3	
Нерчинск	$116^{\circ}$ в.	-30	23	-2	

### **Задание № 3**

Проанализировать карты годовой амплитуды температуры воздуха:

А. Каковы закономерности изменения годовой амплитуды температуры воздуха в направлении от экватора к полюсам? Какова амплитуда температуры воздуха в приэкваториальных, тропических, умеренных и приполяр-

ных широтах? На каких широтах земного шара наблюдаются максимальные амплитуды температуры воздуха?

Б. Выявить районы с максимальными и минимальными годовыми амплитудами температуры воздуха.

В. Сравнить годовые амплитуды температуры воздуха суши и океана одних и тех же широт.

#### **Задание № 4**

Проанализировать карты изаномал – отклонения температур воздуха от средней широтной:

А. Каковы общие поширотные закономерности в распространении температурных аномалий?

Б. На каких широтах, в какое время года и почему наблюдаются наибольшие температурные аномалии?

В. Выяснить основные закономерности влияния подстилающей поверхности на распространение температурных аномалий.

#### **Задание № 5**

Привести к уровню моря среднегодовую температуру следующих пунктов:

а) высота 4200 м,  $t = 4^{\circ}\text{C}$ ;

б) высота 1152 м,  $t = 0,3^{\circ}\text{C}$ ;

в) высота 850 м,  $t = 27^{\circ}\text{C}$ .

*Вертикальный температурный градиент принять равным  $0,6^{\circ}\text{C}$ .*

#### **Задание № 6**

Воздушная масса, ненасыщенная водяным паром и имеющая температуру  $15^{\circ}\text{C}$ , адиабатически поднимается от поверхности Земли. Какова будет температура поднимающегося воздуха на высоте 250, 700, 100 м?

#### **Задание № 7**

1. Какова будет температура воздуха, насыщенного водяным паром и поднимающегося адиабатически, на высоте 400, 700, 1000 м, если на уровне поверхности океана его температура была равна  $2^{\circ}$ ,  $-4^{\circ}$ ,  $-10^{\circ}\text{C}$ ?

2. На сколько градусов изменится температура ненасыщенного водяными парами воздуха при адиабатическом опускании на 470 м?

3. Какова будет температура воздуха, насыщенного паром, опускающегося адиабатически на 500 м и имевшего первоначальную температуру  $-5^{\circ}\text{C}$ ?

4. В результате изотермического поднятия воздуха со скоростью 3 см/с его температура уменьшилась через 4 ч на  $2^{\circ}\text{C}$ . Чему равен вертикальный температурный градиент?

5. Температура воздуха у поверхности Земли  $5^{\circ}\text{C}$ . Воздушная масса над ограниченным участком суши прогрелась до температуры  $8^{\circ}\text{C}$  и начала подниматься вверх. На какой высоте прекратится поднятие воздушной

массы, если на всех высотах она остается ненасыщенной паром, а вертикальный градиент равен  $0,5^\circ$ ?

6. Воздушная масса, ненасыщенная паром, прогрелась по сравнению с окружающим воздухом на  $4^\circ\text{C}$  и начала подниматься от поверхности Земли. Конвекция прекратилась на высоте 1600 м, где температура окружающего воздуха была равна  $1^\circ\text{C}$ . Поднявшаяся воздушная масса не достигла насыщения. Определить, чему равен вертикальный температурный градиент.

## **Тема 7. ВОДА В АТМОСФЕРЕ. АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ. УВЛАЖНЕНИЕ**

*Цель: научиться определять элементы влажности, выявлять и объяснять основные закономерности географического распределения испарения и испаряемости, годового количества осадков, увлажнения.*

### **Оборудование:**

1. ФГАМ. М., 1964, 2. Географический атлас (для учителей средней школы). 4-е изд. М., 1980.

### **Задание № 1**

1. Проанализировать карты годовых величин испарения и испаряемости на земном шаре (Физико-географический атлас мира).

2. Выявить основные закономерности в распространении годовых величин испарения по широтам.

3. Сравнить величины испарения на суше и на океане на одних и тех же широтах и объяснить существующие между ними различия.

4. Выявить основные закономерности в распространении годовых величин испаряемости по широтам.

5. Сравнить годовые величины испарения и испаряемости на разных широтах и объяснить различное соотношение между этими величинами.

### **Задание № 2**

1. Определить относительную влажность воздуха ( $r$ ), если абсолютная влажность воздуха ( $e$ ) и максимальная упругость водяных паров ( $E$ ) равны: а)  $e = 5,8$  мм рт. ст,  $E = 9,0$  мм рт. ст; б)  $e = 11,2$  мм рт. ст,  $E = 29,7$  мм рт. ст.

2. Определите абсолютную влажность воздуха ( $e$ ), если относительная влажность ( $r$ ) и максимальная упругость водяных паров ( $E$ ), насыщающих пространство, равны: а)  $r = 39\%$ ,  $E = 28,2$  мм рт. ст.; б)  $r = 100\%$ ,  $E = 10,2$  мм рт. ст.; в)  $r = 64\%$ ,  $E = 12,9$  мм рт. ст.

### **Задание № 3**

А. На основании данных табл. 11 постройте график зависимости максимальной упругости водяных паров, насыщающих пространство ( $E$ ), от температуры воздуха ( $t$ ).

Таблица 11. – Зависимости максимальной упругости водяных паров, насыщающих пространство (E), от температуры воздуха (t)

Температура воздуха	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40
Максимальная упругость паров, мм рт. ст.	0,1	0,4	0,9	2,1	4,6	9,2	17,5	31,8	55,3

Б. Определите по графику максимальную упругость водяных паров при температуре  $-12^{\circ}$ ,  $-5^{\circ}$ ,  $+13^{\circ}$ ,  $+39^{\circ}$ .

В. Определите по графику точку росы если максимальная упругость водяных паров (E) 0,4 мм рт. ст., 1,2 мм рт. ст., 10 мм рт. ст., 22 мм рт. ст., 45 мм рт. ст.

#### Задание № 4

Проанализируйте мировую карту годовых сумм осадков. Как изменяется их количество по широтам? Выявите зоны с максимальной и минимальной величиной атмосферных осадков. Определите влияние рельефа суши и океанических течений на распределение осадков.

#### Задание № 5

Пользуясь картой сезонного распределения осадков ответить на вопросы:

А. Каким районам земного шара свойственен тот или иной тип сезонного распределения осадков?

Б. Объяснить процесс формирования каждого типа годового режима выпадения осадков.

#### Задание № 6

Проанализируйте изменение соотношения между количеством осадков и величиной испарения над океаном от экватора к полюсам и объясните наблюдаемую закономерность. Занесите полученные данные в таблицу 12.

Таблица 12

Метеорологические элементы	Широта, градусы								
	90-80	80-70	70-60	60-50	50-40	40-30	30-20	20-10	10-0
Северное полушарие									
Осадки, мм									
Испарение, мм									

### Задание № 7

Вычислите коэффициент увлажнения для некоторых пунктов (табл. 13).

**Примечание:** коэффициент увлажнения определяется по формуле

$$K = R/E_m,$$

где  $K$  – коэффициент увлажнения,  $R$  – количество атмосферных осадков (в мм),  $E_m$  – испаряемость (в мм).

Следует учесть, что коэффициент увлажнения 1,5 и более характерен для зоны избыточного увлажнения (тундра, лесотундра), 1,5-1,0 – для зоны достаточного увлажнения (лесная зона), 1,0-0,6 – для зоны умеренного увлажнения (лесостепь), 0,6-0,3 – для зоны недостаточного увлажнения (степь), 0,3-0,1 – для зоны скудного увлажнения (полупустыни), менее 0,1 – пустыни.

Таблица 13

Пункты	Осадки	Испаряемость	Коэффициент увлажнения	Природная зона
1	520	610		Лесостепь
2	110	1320		Пустыня
3	560	520		Лес
4	450	810		Степь
5	220	1100		Полупустыня

## Тема 8. ДАВЛЕНИЕ И БАРИЧЕСКИЙ РЕЖИМ АТМОСФЕРЫ. ВЕТЕР

*Цель: изучить закономерности распределения давления на уровне моря, объяснить сезонные изменения давления на разных широтах; уяснить роль барического градиента в динамике атмосферы.*

### Оборудование:

1. ФГАМ. М., 1964, 2. Географический атлас (для учителей средней школы). 4-е изд. М., 1980, 3. Приборы: барометр анероид, барограф, 4. Синоптические карты.

### Задание № 1

1. Давление, выраженное в миллиметрах ртутного столба, выразить в гектопаскалях: 760; 789, 5; 775 мм рт. ст.

2. Давление, выраженное в гектопаскалях выразить в миллиметрах ртутного столба: 1013; 1024; 988 гПа.

### Задание № 2

Определить относительную высоту холма, если у подножия было определено давление 765 мм. рт. ст. А на вершине 761 мм. рт. ст. Температура воздуха 16° С.

**Примечание:** для выполнения этого и следующих заданий необходимо знание барической ступени, которая определяется по таблице 15.

Таблица 15. – Барическая ступень

Температура (градусов Цельсия)	720 мм.рт.ст.	730 мм.рт.ст.	740 мм.рт.ст.	750 мм.рт.ст.	760 мм.рт.ст.	770 мм.рт.ст.	780 мм.рт.ст.
30	12.33	12.16	12.00	11.84	11.68	11.53	11.38
28	12.25	12.08	11.92	11.76	11.61	11.45	11.31
26	12.17	12.00	11.84	11.68	11.53	11.38	11.23
24	12.09	11.92	11.76	11.60	11.45	11.30	11.16
22	12.01	11.84	11.68	11.53	11.37	11.23	11.08
20	11.92	11.76	11.60	11.45	11.30	11.15	11.01
18	11.84	11.68	11.52	11.37	11.22	11.07	10.93
16	11.76	11.60	11.44	11.29	11.14	11.00	10.86
14	11.68	11.52	11.36	11.21	11.07	10.92	10.78
12	11.60	11.44	11.29	11.14	10.99	10.85	10.71

### Задание № 3

Определить высоту надпойменной террасы. Давление у уреза воды в реке 1020 гПа, на надпойменной террасе – 1019 гПа. Температура воздуха  $-8^{\circ}\text{C}$ ,  $+8^{\circ}\text{C}$ .

### Задание № 4

Определить глубину вреза оврага. Давление на дне оврага 1027 гПа, на бровке 1013,3 гПа. Температура воздуха  $24^{\circ}\text{C}$ .

### Задание № 5

Привести давление к уровню моря при температуре воздуха  $10^{\circ}\text{C}$ , если:

- а) на высоте 720 м давление 960,3 гПа;
- б) на высоте 200 м давление 990,8 гПа;
- в) на высоте 150 м давление 990,8 гПа;

### Задание № 6

Приведите давление к уровню моря, если:

- а) на высоте 840 м давление 740,2 мм рт. ст., температура  $5^{\circ}$ ;
- б) на высоте 250 м давление 750,4 мм рт. ст., температура  $10^{\circ}$ ;
- в) на высоте 700 м давление 760,5 мм рт. ст., температура  $15^{\circ}$ .

### Задание № 7

Приведите к уровню моря давление, равное 1000 гПа, если: высота места наблюдения 160 м, температура воздуха  $22^{\circ}\text{C}$ ; высота 389 м,

температура  $10^{\circ}\text{C}$ ; высота 500 м, температура  $-3^{\circ}\text{C}$ ; высота 780 м, температура  $-8^{\circ}\text{C}$ .

**Примечание:** при температуре воздуха выше нуля величину барической ступени умножают на  $(1+0,004t)$

### **Задание № 8**

Проанализировать по картам атласа распределение области повышенного и пониженного давления для января и июля.

А. Какие барические области называют центрами действия атмосферы и почему? Выделите области повышенного и пониженного давления. Объясните распределение давления и сезонные смещения областей повышенного и пониженного давления.

Б. Выделите постоянные и сезонные центры действия атмосферы.

В. Ответьте на следующие вопросы:

1. Каково давление в январе и июле в экваториальных широтах? На какую величину оно изменяется в течение года? Объясните ход давления в экваториальных широтах.

2. Каково давление в субтропических широтах в январе и июле над океанами и над сушей? Объясните различный ход давления над водной поверхностью и над сушей?

3. Как изменяется давление в умеренных широтах в течение года? Объясните ход давления над океанами и сушей.

4. Каковы причины смещения барических областей по сезонам года?

### **Задание № 9**

Определить барический градиент между точками А и В, если:

1. Давление в точке А равно 1000 гПа, в точке В – 1015 гПа. Расстояние между точками 200 км;

2. Давление в точке А равно 1021 гПа, в точке В – 1013 гПа. Расстояние между точками 400 км;

3. Давление в точке А равно 1000 гПа, в точке В – 1015 гПа. Расстояние между точками 340 км.

4. Давление в точке А равно 1013 гПа, в точке В – 1027 гПа. Расстояние между точками 510 км.

### **Задание № 10**

Определить скорость и силу ветра между пунктами А и В, если известно:

1. Давление в точке А равно 1015 гПа, в точке В - 10 гПа. Расстояние между точками 260 км.

2. Давление в точке А равно 968 гПа, в точке В - 1014,5 гПа. Расстояние между точками 420 км.

3. Давление в точке А равно 960,7 гПа, в точке В - 990,9 гПа. Расстояние между точками 240 км.

**Примечание:** Скорость ветра приблизительно равно утроенной величине градиента давления, выраженное в миллибарах; сила ветра определяется по шкале Бофорта.

Таблица 16. – Шкала Бофорта

Скорость ветра, м/с	Баллы Бофорта	Название ветра	Скорость ветра, м/с	Баллы Бофорта	Название ветра
0	0	Штиль	13–15	7	Крепкий
1	1	Тихий	16–18	8	Очень крепкий
2–3	2	Легкий	19–21	9	Шторм
4–5	3	Слабый	22–25	10	Сильный шторм
6–8	4	Умеренный	26–29	11	Жестокий шторм
9–10	5	Свежий	>29	12	Ураган
11–12	6	Сильный			

### Задание № 13

Построить розу ветров в Витебске по следующим данным (табл. 17):

Таблица 17. – Повторяемость (%) ветра по направлениям

Направление	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
С	6	8	6	11	11	10	12	8	9	7	6	5	8
СВ	6	9	8	11	13	12	12	10	8	5	6	7	9
В	5	10	11	13	11	8	8	8	7	5	6	6	8
ЮВ	9	12	13	13	11	9	9	9	10	10	12	9	10
Ю	20	20	21	17	16	13	14	16	19	24	27	26	20
ЮЗ	23	16	17	13	12	14	14	18	21	21	20	21	18
З	23	18	18	15	18	23	20	23	18	21	17	19	19
СЗ	8	7	6	7	8	11	11	8	8	7	6	7	8
штиль	6	9	8	9	12	12	16	13	12	7	4	5	9

## Тема 9. ВОЗДУШНЫЕ МАССЫ И КЛИМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ФРОНТЫ. ОБЩАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ АТМОСФЕРЫ

*Цель: изучить и объяснить основные закономерности распределения типов воздушных масс и климатологических фронтов в январе и июле. Выяснить главные факторы общей циркуляции воздуха тропосферы и общие закономерности географического расположения зон господствующих ветров и главных атмосферных фронтов.*

### **Оборудование:**

1. ФГАМ. М., 1964, 2. Географический атлас (для учителей средней школы). 4-е изд. М., 1980, контурная карта мира.

### **Задание № 1**

Нанесите на контурную карту мира среднее многолетнее положение главных атмосферных (климатологических) фронтов: арктического (антарктического), полярного, тропического в северном и южном полушариях для января и июля. Используя карты учебных пособий, определите местоположение и перенесите на мировую контурную карту все ветви указанных выше фронтов. Каждый из фронтов лучше выполнить в определенном цвете, например, арктический фронт показать синим цветом, полярный – зеленым, тропический – красным.

На одной контурной карте начертите расположение фронтов в январе, на другой – положение фронтов в июле. Отметьте появление дополнительной ветви на том или ином фронте и подчеркните, в какое время года это происходит. Запомните, между какими типами воздушных масс располагается каждый фронт. К карте дайте легенду.

**Примечание:** характеристика географического положения главных атмосферных фронтов должна быть краткой и четкой. Описание целесообразно начинать с арктического фронта (АФ). При этом необходимо объяснить условия его возникновения, какие воздушные массы встречаются на арктическом фронте, сколько ветвей он насчитывает. Ветви атмосферных фронтов обычно имеют название, аналогичное тем территориям или акваториям, над которыми они располагаются.

Так, в январе арктический фронт в северном полушарии выражен тремя ветвями. Одна – Северо-Американская ветвь АФ – пересекает северную территорию Северной Америки, достигая Гудзонова залива. Другая – Атлантическая ветвь АФ – проходит через северную часть Атлантического океана, распространяясь частично и над акваторией Северного Ледовитого океана (до Северной Земли) Третья – Тихоокеанская ветвь АФ – располагается над Беринговым морем от северных берегов Камчатки по направлению к Аляске.

Следует учесть, что географическое положение атмосферных фронтов не остается неизменным, а постоянно меняется в течение года. Внимательно проанализируйте обе карты (январскую и июльскую) и укажите, в каком направлении переместился тот или иной фронт и его ветви.

### **Задание № 2**

На тех же контурных картах с уже нанесенными климатологическими фронтами определите области с господствующим в течение всего года типом воздушной массы и пояса (или области), в пределах которого зимой и летом господствуют различные типы воздушных масс. Обозначьте их для наглядности разным цветом (арктический воздух (АВ) – синим, полярный

воздух (ПВ) – зеленым, тропический воздух (ТВ) – желтым, экваториальный воздух (ЭВ) – оранжевым).

Области с сезонной сменой основных типов воздушных масс слегка закрасьте соответствующим цветом.

Сравните географическое положение каждого климатологического фронта в январе и июле и объясните, почему происходит сезонное перемещение фронтов, следовательно, и воздушных масс в зависимости от времени года.

**Примечание:** усвойте, что границами поясов являются климатологические фронты, их сезонные положения.

Например, экваториальный пояс, располагающийся между широтами до  $5-10^\circ$  по обе стороны от экватора, представляет область круглогодичного господства экваториального воздуха.

Далее, от  $5-10^\circ$  до  $18-20^\circ$ , в северном и южном полушариях располагаются субэкваториальные пояса, где в летнее время господствует экваториальный воздух (ЭВ), в зимнее – тропический воздух (ТВ). Летние и зимние положения тропического фронта (ТВ) будут служить границами субэкваториальных поясов. Помните, что физические свойства воздушных масс (температура, давление, влажность и др.) определяют особенности погоды и климата.

Из этого сделайте вывод, что в субэкваториальных поясах в отличие от экваториального пояса можно выделить два резко отличающихся климатических сезона, которые в течение года сменяют друг друга (летом режим погоды и ход климатических процессов будут развиваться здесь, как в экваториальном поясе, зимой – как в тропическом).

Рассмотрите остальные климатические пояса и по такому же плану дайте их общую краткую характеристику по сезонам года.

### **Задание № 3**

Начертите схему расположения областей повышенного и пониженного давления, укажите стрелками направление господствующих ветров и широтное положение атмосферных фронтов для северного полушария летом и зимой (отдельно), учитывая, что области повышенного и пониженного давления и атмосферные фронты смещаются в течение года то к северу, то к югу на  $10-15^\circ$ . На схеме отметьте пояс экваториальных муссонов и другие пояса сезонной смены циркуляции – субтропический, субполярный.

### **Задание № 4**

Перечертите в тетрадь таблицу 19 и заполните в ней графы «Осадки», «Испарение», указав дождливый период в широтных поясах северного и южного полушарий («лето», «зима», «круглый год», «осадков нет»).

Сопоставьте сезонность выпадения осадков с типами воздушных масс, давлением и характером циркуляции воздуха.

Таблица 19. – **Распределение климатических показателей по широтам**

Широта, град	Температура °С	Давление гПа	Осадки мм	Испарение мм
90	–22,7	1015,0		
80	–17,2	1014,2		
70	–10,7	1012,2		
60	–1,1	1011,5		
50	5,8	1014,2		
40	14,1	1015,9		
30	20,4	1015,5		
20	25,3	1012,2		
10	26,7	1010,5		
0	26,2	1010,5		

Ответьте письменно на вопросы:

1. В каких широтах располагаются области субтропического повышенного давления?
2. Что называется экваториальным муссоном и как он возникает?
3. В каких широтах преобладают пассаты в летнее и в зимнее время?
4. Чем объяснить малое количество осадков в летнее время в широтах 30–45°?
5. Как объяснить причины возникновения муссонов умеренных широт?
6. Как осуществляется межширотный перенос воздушных масс?

## **Тема 10. КЛИМАТЫ ЗЕМЛИ. ХАРАКТЕРИСТИКА КЛИМАТИЧЕСКИХ ПОЯСОВ**

*Цель: познакомиться с классификациями климатов. Дать характеристику климатов Земли. Научиться определять типы климатов по климатическим показателям.*

### **Оборудование:**

1. ФГАМ. М., 1964., 2. Географический атлас (для учителей средней школы). 4-е изд. М., 1980.

### **Задание № 1**

Таблица 20. – **В соответствии классификацией климатов по Б.П. Алисова, дать характеристику климатических поясов, используя карту**

Климатический пояс и его краткая характеристика	Климатическая область		Соответствующий климат других классификаций.
	Краткая характеристика климата	Распространение климата	

### **Задание № 2**

Составьте план климатической характеристики территории и используя литературные и картографические материалы, дайте характеристику климата своего района или какой-либо другой территории.

### **Задание № 3**

Вычислите индекс континентальности климата для Санкт-Петербурга, Москвы, Новосибирска, Якутска и сравните между собой эти пункты по степени континентальности климата.

Индекс континентальности климата вычисляется по формуле Хромова С.П.

$$K = (A - 5,4 \sin\varphi)/A,$$

где  $K$  – индекс континентальности,  $A$  – годовая амплитуда температуры воздуха,  $\varphi$  – широта пункта.

## РАЗДЕЛ III. ГИДРОСФЕРА

### Тема 11. МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕК И ИХ БАССЕЙНОВ

*Цель: ознакомиться с морфометрическими характеристиками речного бассейна, научиться определять их по картам.*

#### **Оборудование:**

1. Светокопировальный стол, гидрографическая карта (Национальный атлас Республики Беларусь), калька, карандаш, линейка.

#### **Задание 1**

1. Провести границу водосбора реки (водораздельную линию), определить ее длину.
2. Определить площадь бассейна.
3. Определить для бассейна: длину, среднюю и наибольшую ширину.
4. Определить озерность, заболоченность и лесистость бассейна.
5. Определить длину главной реки и ее притоков
6. Определить падение и продольный уклон главной реки.
7. Построить гидрографическую схему реки.

***Примечание.** Для выполнения задания необходимо снять на кальку с гидрографической карты (Национальный атлас Республики Беларусь) речную сеть (главную реку и притоки первого и второго порядка) и ее бассейн, ограниченный водораздельной линией.*

*На выкопировке внутри бассейна условными знаками должны быть показаны участки лесов, болот, ограниченные контуром; высотные отметки истока и устья главной реки; на водораздельной линии – характерные высотные отметки, через которые она проведена.*

Длину бассейна вычисляют как расстояние по прямой от устья до наиболее удаленной точки на линии водораздела.

Максимальная ширина бассейна определяется по прямой, нормальной к длине бассейна в самой широкой его части.

Средняя ширина бассейна вычисляется по формуле:

$$B_{cp} = \frac{F}{L_b},$$

где

$F$  – площадь водосбора, км<sup>2</sup>;

$L_b$  – длина бассейна, км.

Величина площади бассейна в км<sup>2</sup> вычисляется при помощи палетки.

Коэффициенты лесистости, заболоченности и озёрности вычисляются как отношения площадей лесов, болот, озер к площади бассейна реки:

$$f_l = \frac{F_l}{F}, \quad f_b = \frac{F_b}{F}, \quad f_o = \frac{F_o}{F},$$

где  $F_l, F_b, F_o$  – площади, занятые соответственно лесами, болотами, озерами,  $\text{км}^2$ .

Разность отметок ( $\Delta h$ ) водной поверхности истока ( $H_u$ ) и устья ( $H_o$ ) или двух каких-либо точек по дayne реки, выражаемом в метрах на весь участок или в м/км, называется *падением реки*.

Отношение величины падения ( $\Delta h$ ) к дayne реки ( $L$ ) или к длине данного участка реки называется *уклоном реки*, т.е.

$$J = \frac{H_u - H_o}{L} = \frac{\Delta h}{L}.$$

Для схематического изображения речной системы составляется *гидрографическая схема* (рисунок 2), дающая наглядное представление о том, куда какая река и после какой впадает, и какова ее длина по сравнению с другими реками.

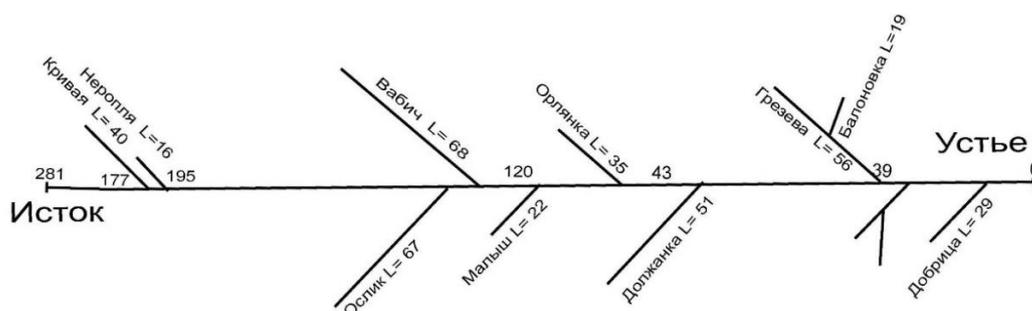


Рис. 2. Гидрографическая схема речной системы р. Друть

При построении гидрографической схемы по горизонтальной линии откладывают в масштабе длину главной реки. Притоки вычерчивают в том же масштабе в виде прямых линий, отходящих от места впадения под некоторым углом (обычно порядка  $30^\circ$ – $40^\circ$ ) к этой горизонтальной линии. Места впадения притоков определяют по расстоянию от устья главной реки.

## Тема 12. МОРФОЛОГИЯ РУСЛА И ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОТОКА

*Цель: получение знаний о механизме взаимодействия речного потока и русла, структуре и характере движения водного потока в русле в различных физико-географических условиях.*

### **Оборудование:**

миллиметровка, карандаши, линейка

### Задание 1

Построить поперечное сечение русла реки. Определить ширину, максимальную глубину реки, площадь водного сечения потока, площадь живого сечения, среднюю глубину, смоченный периметр, гидравлический радиус, провести изотахи. Сделать выводы.

Таблица 21. – Скорости течения, измеренные в поперечном сечении реки

№ промерной вертикали	Расстояние от левого берега, м	Глубина. (Н, м)	Скорости течения (м/с) на промерных вертикалях в точках				
			у поверхности	0,2Н	0,6Н	0,8Н	у дна
урез лев. берега	0	0,00	—*	—	—	—	—
1	10	0,66	—	—	—	—	—
2	20	0,78	0,48	0,45	0,43	0,42	0,35
3	30	0,90	0,51	0,49	0,46	0,43	0,28
4	40	1,14	0,49	0,46	0,43	0,34	0,28
5	50	1,30	0,46	0,45	0,44	0,39	0,27
6	60	1,50	0,47	0,46	0,43	0,39	0,31
7	70	1,96	0,51	0,51	0,45	0,42	0,38
8	80	2,16	0,60	0,58	0,50	0,46	0,44
9	90	2,32	0,72	0,70	0,62	0,55	0,48
10	100	2,00	0,69	0,67	0,59	0,48	0,42
11	110	1,44	0,64	0,62	0,57	0,48	0,41
12	120	0,78	—	—	—	—	—
урез прав. берега	130	0,00	—	—	—	—	—

Примечание: \* – измерения не проводились

Ширина реки (В, м) определяется как кратчайшее расстояние между урезами воды на обоих берегах. Наибольшая глубина ( $h_{\text{макс}}$ ) выбирается из данных промеров.

Для определения площади водного сечения ( $w$ ) сначала вычислить площади между всеми промерными вертикалями по формуле площади трапеции:

$$w_i = \frac{h_i + h_{i+1}}{2} \cdot b_i,$$

где  $h_i$  и  $h_{i+1}$  – глубины на смежных промерных вертикалях, м;

$b_i$  – расстояние между промерными вертикалями, м.

Площади между урезом берега и крайней промерной вертикалью определяют по формуле площади прямоугольного треугольника.

Суммируя полученные частичные площади, вычисляется общая площадь водного сечения.

Средняя глубина ( $h_{cp}$ ), вычисляемая по формуле:

$$h_{cp} = \frac{w}{B},$$

где  $w$  – площадь живого сечения,  $m^2$ ;

$B$  – ширина потока по линии уровня воды,  $m$ .

Гидравлический радиус ( $R$ ), дающий представление о размере площади живого сечения, приходящейся на единицу длины его периметра, характеризует сопротивление, испытываемое движущейся жидкостью за счет трения о ложе

$$R = \frac{w}{P},$$

где

$w$  – площадь живого сечения,  $m^2$ ;

$P$  – смоченный периметр,  $m$ .

Для равнинных рек разница между смоченным периметром и шириной реки незначительна. Отсюда следует, что для равнинных рек смоченный периметр можно заменять шириной реки, а гидравлический радиус – средней глубиной.

### Тема 13. РЕЧНОЙ СТОК И ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКИ

*Цель: сформировать у студентов знания о совокупности процессов и явлений, связанных с работой водных потоков на земной поверхности.*

Таблица 22. – Среднемесячные расходы воды рек (Q)

№ варианта	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	18.6	15.3	11.4	18.0	28.2	50.0	34.3	19.2	17.0	16.0	16.2	13.0
2	19.3	16.0	12.1	18.7	28.9	50.7	35.0	19.9	17.7	16.7	16.9	13.7
3	20.0	16.7	12.8	19.4	29.6	51.4	35.7	20.6	18.4	17.4	17.6	14.4
4	18.3	15.0	11.1	17.7	27.9	49.7	34.0	18.9	16.7	15.7	15.9	12.7
5	19.0	15.7	11.8	18.4	28.6	50.4	34.7	19.6	17.4	16.4	16.6	13.4
6	19.7	16.4	12.5	19.1	29.3	51.1	35.4	20.3	18.1	17.1	17.3	14.1
7	19.5	16.2	12.3	18.9	29.1	50.9	35.2	20.1	17.9	16.9	17.1	13.9
8	20.2	16.9	13.0	19.6	29.8	51.6	35.9	20.8	18.6	17.6	17.8	14.6
9	18.1	14.8	10.9	17.5	27.7	49.5	33.8	18.7	16.5	15.5	15.7	12.5
10	18.7	15.6	11.7	18.3	28.5	50.3	34.6	19.5	17.3	16.3	16.5	13.3
11	18.8	15.8	11.6	18.4	28.4	50.4	34.7	19.6	17.4	16.6	16.7	13.5
12	19.6	16.3	12.4	19.0	29.2	51.1	35.3	20.2	18.0	17.0	17.2	14.0
13	20.2	16.9	13.0	19.6	29.8	51.6	35.9	20.8	18.6	17.6	17.8	14.6

14	18.4	15.1	11.3	18.0	28.1	50.1	34.3	19.3	16.9	15.9	16.3	12.9
15	19.3	16.0	12.2	18.7	28.9	50.7	35.0	19.9	17.7	16.7	16.9	13.8
16	20.1	16.7	12.8	19.4	29.6	51.4	35.7	20.6	18.4	17.4	17.7	14.3
17	19.8	16.5	12.6	19.0	29.3	51.2	35.3	20.4	18.2	17.1	17.5	14.1
18	20.4	17.2	13.4	19.9	30.2	51.8	36.3	21.2	18.9	17.9	18.2	14.8
19	18.3	15.3	11.4	17.8	30.0	49.8	33.9	18.9	16.7	15.8	15.9	12.8
20	18.8	15.5	11.6	18.2	28.4	50.2	34.5	19.4	17.2	16.2	16.4	13.2
x = 685 мм						F = 5000 км <sup>2</sup>						

#### Задание 4

По данным таблицы 22 определите основные среднегодовые гидрологические характеристики стока рек (объем стока, модуль стока, слой стока, коэффициент стока).

#### Задание 5

Определить многолетние характеристики стока реки.

Исходные данные: площадь бассейна  $F = 34\,800 \text{ км}^2$ , среднегодовые расходы за период 1986-2015 гг. (таблица 23), среднегодовые осадки 565 мм.

Таблица 23. – Расходы воды в реке Белая за период 1986–2015 гг.

год	$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	год	$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	год	$Q, \text{ м}^3/\text{с}$
1986	310	1996	367	2006	282
1987	195	1997	234	2007	306
1988	392	1998	211	2008	319
1989	375	1999	198	2009	290
1990	219	2000	176	2010	289
1991	229	2001	286	2011	276
1992	281	2002	187	2012	237
1993	424	2003	335	2013	395
1994	215	2004	291	2014	350
1995	328	2005	489	2015	239

За расчетный период принимается средний год. Продолжительность обычного года составляет 365 суток, високосного – 366 суток, среднего – 365,25 суток.

$$T = 365,25 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 = 31,56 \cdot 10^6 \text{ с.}$$

#### Задание 6

Определить многолетние характеристики стока рек.

Таблица 24. – Данные для расчета многолетних характеристик рек

Река	$F$ км <sup>2</sup>	$Q$ м <sup>3</sup> /с	$W$ км <sup>3</sup>	$M$ л/с·км <sup>2</sup>	$y$ мм	$x$ мм	$\alpha$
1	2	3	4	5	6	7	8
Западная Двина (г. Витебск)	27300	220	?*	?	?	724	?
Днестр (г. Бендеры)	?	324	?	4,91	?	?	0,364
Днепр (г. Смоленск)	?	?	3,02	?	214	738	?
Бельбек (с. Фруктовое)	?	2,38	?	4,83	?	379	?
Печора (г. Усть-Цильма)	248000	?	?	13,7	?	499	?
Волга (г. Нижний Новгород)	479000	?	88,6	?	?	?	0,371
Урал (г. Оренбург)	?	92,9	?	?	36	?	0,0553
Иртыш (г. Омск)	?	885	?	?	36	415	?
Ангара (с. Богучаны)	?	?	111	?	128	361	0,309
Амур (Комсомольск-на-Амуре)	?	?	310	5,68	?	?	0,496
Авача (г. Елизово)	4750	?	?	?	907	1197	?

Примечание: \*? – найти.

#### Тема 14. ГИДРОГРАФ РЕКИ И ЕГО ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

*Цель: ознакомиться с построением и анализом временного графика изменчивости расхода реки, замеряемого в гидрометрическом створе на объектах территориальной опорной гидрологической сети.*

##### Оборудование:

Миллиметровка, карандаши, линейка.

##### Задание 7.

По данным таблиц 25, 26 построить гидрограф реки, расчленить его по видам питания, определить величину снегового, дождевого и грунтового питания и преимущественный тип питания.

Таблица 25. – Среднедекадные расходы ( $Q$ , м/с) и температура воздуха ( $t$ , °С)

Дата	№ варианта																			
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
	$Q$	$t$	$Q$	$t$	$Q$	$t$	$Q$	$t$	$Q$	$t$	$Q$	$t$	$Q$	$t$	$Q$	$t$	$Q$	$t$	$Q$	$t$
05.01	45	0	7	-6	43	-1	5	-8	6	-6	38	0	4	-8	9	-5	39	-1	38	-5
15.01	46	-2	8	-5	44	-3	6	-7	7	-5	39	-2	5	-7	10	-4	40	-3	39	-4
25.01	30	-5	6	-7	28	-6	4	-9	5	-7	23	-5	3	-9	8	-6	24	-6	23	-6
05.02	18	-2	7	-6	16	-3	5	-8	6	-6	11	-2	4	-8	9	-5	12	-3	11	-5
15.02	15	0	7	-5	13	-1	5	-7	6	-5	8	0	4	-7	9	-4	9	-1	8	-4

25.02	15	0	8	-5	13	-1	6	-7	7	-5	8	0	5	-7	10	-4	9	-1	8	-4
05.03	195	6	8	-3	193	5	6	-5	7	-3	188	6	5	-5	10	-2	189	5	188	-2
15.03	150	3	9	-1	148	2	7	-3	8	-1	143	3	6	-3	11	0	144	2	143	0
25.03	165	5	20	4	163	4	18	2	19	4	158	5	17	2	22	5	159	4	158	5
05.04	100	4	35	6	98	3	33	4	34	6	93	4	32	4	37	7	94	3	93	7
15.04	70	3	24	4	68	2	22	2	23	4	63	3	21	2	26	5	64	2	63	5
25.04	100	8	27	4	98	7	25	2	26	4	93	8	24	2	29	5	94	7	93	5
05.05	70	7	14	5	68	6	12	3	13	5	63	7	11	3	16	6	64	6	63	6
15.05	50	7	8	6	48	6	6	4	7	6	43	7	5	4	10	7	44	6	43	7
25.05	30	6	8	6	28	5	6	4	7	6	23	6	5	4	10	7	24	5	23	7
05.06	25	6	10	8	23	5	8	6	9	8	18	6	7	6	12	9	19	5	18	9
15.06	42	7	8	6	40	6	6	4	7	6	35	7	5	4	10	7	36	6	35	7
25.06	20	8	8	6	18	7	6	4	7	6	13	8	5	4	10	7	14	7	13	7
05.07	20	8	27	8	18	7	25	6	26	8	13	8	24	6	29	9	14	7	13	9
15.07	15	9	6	8	13	8	4	6	5	8	8	9	3	6	8	9	9	8	8	9
25.07	20	9	5	10	18	8	3	8	4	10	13	9	2	8	7	11	14	8	13	11
05.08	35	9	4	12	33	8	2	10	3	12	28	9	1	10	6	13	29	8	28	13
15.08	20	8	3	12	18	7	1	10	2	12	13	8	0	10	5	13	14	7	13	13
25.08	40	10	3	10	38	9	1	8	2	10	33	10	0	8	5	11	34	9	33	11
05.09	60	9	3	9	58	8	1	7	2	9	53	9	0	7	5	10	54	8	53	10
15.09	40	8	5	7	38	7	3	5	4	7	33	8	2	5	7	8	34	7	33	8
25.09	30	6	4	4	28	5	2	2	3	4	23	6	1	2	6	5	24	5	23	5
05.10	35	2	4	2	33	1	2	0	3	2	28	2	1	0	6	3	29	1	28	3
15.10	37	2	7	1	35	1	5	-1	6	1	30	2	4	-1	9	2	31	1	30	2
25.10	30	1	8	0	28	0	6	-2	7	0	23	1	5	-2	10	1	24	0	23	1
05.11	25	0	16	0	23	-1	14	-2	15	0	18	0	13	-2	18	1	19	-1	18	1
15.11	27	-1	5	-2	25	-2	3	-4	4	-2	20	-1	2	-4	7	-1	21	-2	20	-1
25.11	40	-2	10	-3	38	-3	8	-5	9	-3	33	-2	7	-5	12	-2	34	-3	33	-2
05.12	32	-3	8	-4	30	-4	6	-6	7	-4	25	-3	5	-6	10	-3	26	-4	25	-3
15.12	25	-6	7	-4	23	-7	5	-6	6	-4	18	-6	4	-6	9	-3	19	-7	18	-3
25.12	15	-6	6	-5	13	-7	4	-7	5	-5	8	-6	3	-7	8	-4	9	-7	8	-4
05.01	36	0	6	-6	34	-1	6	-8	7	-6	30	0	6	-8	12	-5	35	0	34	-5
15.01	37	-2	6	-5	35	-3	7	-7	8	-5	31	-2	7	-7	14	-4	36	-2	35	-4
25.01	24	-5	5	-7	22	-6	5	-9	6	-7	18	-5	4	-9	11	-6	22	-5	21	-6
05.02	14	-2	6	-6	13	-3	6	-8	7	-6	9	-2	6	-8	12	-5	11	-2	10	-5
15.02	12	0	6	-5	10	-1	6	-7	7	-5	6	0	6	-7	13	-4	8	0	7	-4
25.02	12	0	6	-5	10	-1	7	-7	8	-5	6	0	7	-7	14	-4	8	0	7	-4
05.03	156	6	6	-3	154	5	7	-5	8	-3	150	6	7	-5	14	-2	170	6	169	-2
15.03	120	3	7	-1	118	2	8	-3	10	-1	114	3	8	-3	15	0	130	3	129	0
25.03	132	5	16	4	130	4	22	2	23	4	126	5	24	2	31	5	143	5	142	5
05.04	80	4	28	6	78	3	40	4	41	6	74	4	45	4	52	7	85	4	84	7
15.04	56	3	20	4	54	2	26	2	28	4	50	3	29	2	36	5	58	3	57	5
25.04	80	8	22	4	78	7	30	2	31	4	74	8	34	2	41	5	85	8	84	5
05.05	56	7	11	5	54	6	14	3	16	5	50	7	15	3	22	6	58	7	57	6
15.05	40	7	6	6	38	6	7	4	8	6	34	7	7	4	14	7	40	7	39	7
25.05	24	6	6	6	22	5	7	4	8	6	18	6	7	4	14	7	22	6	21	7
05.06	20	6	8	8	18	5	10	6	11	8	14	6	10	6	17	9	17	6	16	9
15.06	34	7	6	6	32	6	7	4	8	6	28	7	7	4	14	7	32	7	32	7
25.06	16	8	6	6	14	7	7	4	8	6	10	8	7	4	14	7	13	8	12	7
05.07	16	8	22	8	14	7	30	6	31	8	10	8	34	6	41	9	13	8	12	9
15.07	12	9	5	8	10	8	5	6	6	8	6	9	4	6	11	9	8	9	7	9

25.07	16	9	4	10	14	8	4	8	5	10	10	9	3	8	10	11	13	9	12	11
05.08	28	9	3	12	26	8	2	10	4	12	22	9	1	10	8	13	26	9	25	13
15.08	16	8	2	12	14	7	1	10	2	12	10	8	0	10	7	13	13	8	12	13
25.08	32	10	2	10	30	9	1	8	2	10	26	10	0	8	7	11	31	10	30	11
05.09	48	9	2	9	46	8	1	7	2	9	42	9	0	7	7	10	49	9	48	10
15.09	32	8	4	7	30	7	4	5	5	7	26	8	3	5	10	8	31	8	30	8
25.09	24	6	3	4	22	5	2	2	4	4	18	6	1	2	8	5	22	6	21	5
05.10	28	2	3	2	26	1	2	0	4	2	22	2	1	0	8	3	26	2	25	3
15.10	30	2	6	1	28	1	6	-1	7	1	24	2	6	-1	13	2	28	2	27	2
25.10	24	1	6	0	22	0	7	-2	8	0	18	1	7	-2	14	1	22	1	21	1
05.11	20	0	13	0	18	-1	17	-2	18	0	14	0	18	-2	25	1	17	0	16	1
15.11	22	-1	4	-2	20	-2	4	-4	5	-2	16	-1	3	-4	10	-1	19	-1	18	-1
25.11	32	-2	8	-3	30	-3	10	-5	11	-3	26	-2	10	-5	17	-2	31	-2	30	-2
05.12	26	-3	6	-4	24	-4	7	-6	8	-4	20	-3	7	-6	14	-3	23	-3	23	-3
15.12	20	-6	6	-4	18	-7	6	-6	7	-4	14	-6	6	-6	13	-3	17	-6	16	-3
25.12	12	-6	5	-5	10	-7	5	-7	6	-5	6	-6	4	-7	11	-4	8	-6	7	-4

Таблица 26. – Продолжительность ледовых явлений на реках

№ варианта	ледостав		ледоход	забереги
	от	до	до	от
1	01.12	01.03	10.03	01.11
2	30.11	02.03	08.03	01.11
3	25.11	25.03	10.04	13.11
4	27.11	15.03	01.04	05.11
5	29.11	13.0.	29.03	02.11
6	03.12	03.03	11.03	15.11
7	12.11	12.04	20.04	26.10
8	28.11	29.03	08.04	27.10
9	26.11	30.03	11.04	04.11
10	03.12	20.03	02.04	17.11
11	02.12	02.03	12.03	03.11
12	29.11	02.03	10.03	03.11
13	27.11	20.03	05.04	10.11
14	28.11	18.03	01.04	05.11
15	30.11	15.03	26.03	04.11
16	04.12	08.03	18.03	14.11
17	10.11	10.04	21.04	25.10
18	27.11	20.03	05.04	30.10
19	26.11	28.03	12.04	08.11
20	04.12	22.03	02.04	18.11

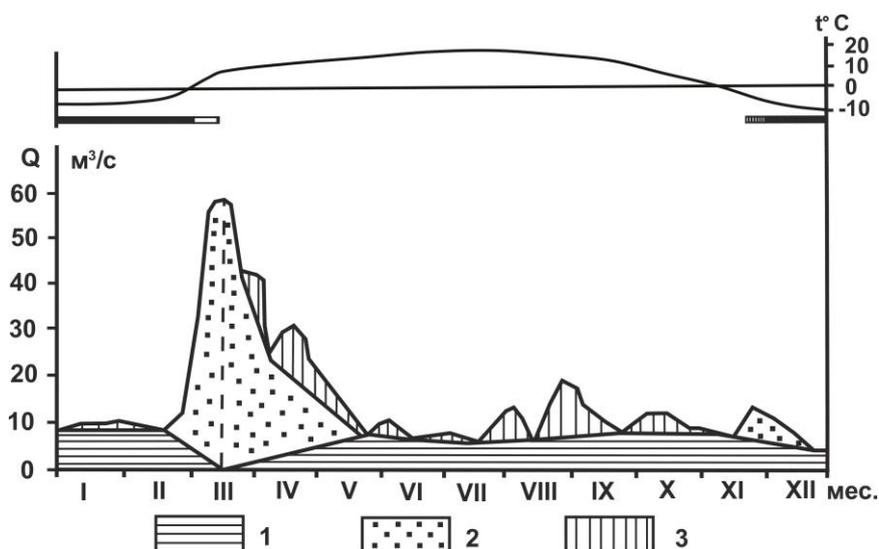


Рис. 3. Гидрограф реки с весенним половодьем  
 1 – грунтовое питание,  
 2 – снеговое питание, 3 – дождевое питание

1. Подсчитать количество  $см^2$ , приходящихся на каждый вид питания. Для удобства полученные результаты занести в таблицу 27.

Таблица 27. – Расчет объемов разного вида питания реки

Питание	Площадь в $см^2$	«Цена» 1 $см^2$	Объем питания	
			$м^3$	%
Снеговое				
Дождевое				
Грунтовое				
Годовой объем стока			$\Sigma$	100

2. Определить «цену» 1  $см^2$  в единицах объема ( $м^3$ ). Для этого 1 см вертикального масштаба (например, 10  $м^3/с$ ) надо умножить на 1 см горизонтального (например, 2 декады, т.е. 20 сут.):

$$1 \text{ см}^2 = 10 \text{ м}^3/\text{с} \times 20 \text{ сут.} \times 86400 \text{ с} = 17,28 \times 10^6 \text{ м}^3.$$

Перемножив данные колонок 2 и 3 таблицы 27, рассчитать объемы стока снегового, дождевого и грунтового питания.

## Тема 15. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЗЕРА

*Цель:* выявление особенностей морфологического строения котловин озер.

**Оборудование:**

Светокопировальный стол, лист чертежной бумаги, карандаши, линейка.

### Задание 8

Увеличив в 2 раза рисунок плана озера с изобатами (по вариантам): определить основные морфологические характеристики:

- а) площадь водной поверхности ( $F_0$ ,  $m^2$  или  $км^2$ ) и площади, ограниченные изобатами ( $F_1, F_2, F_3$  и т.д.,  $m^2$  или  $км^2$ );
- б) длину озера ( $L_0$ , м или км);
- в) наибольшую и среднюю ширину ( $B_{\max}, B_{\text{ср}}$ , м или км);
- г) объем воды всего озера ( $V_0$ ,  $m^3$  или  $км^3$ ) и объемы слоев между плоскостями изобат ( $V_1, V_2, V_3$  и т.д.,  $m^3$  или  $км^3$ );
- д) наибольшую и среднюю глубину ( $h_{\max}, h_{\text{ср}}$ , м);

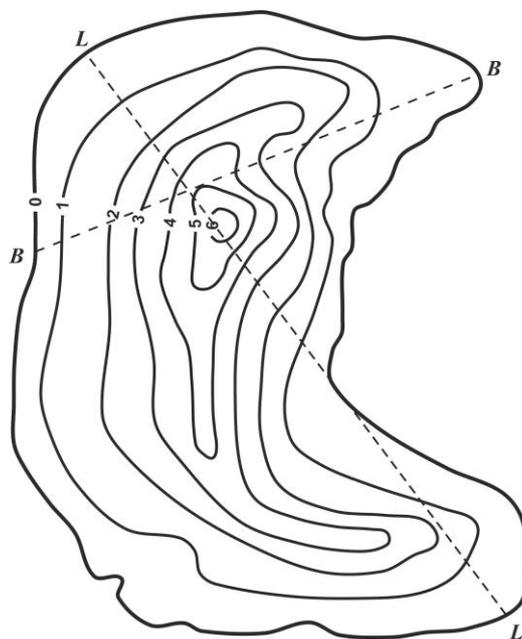


Рис.4. План озера в изобатах:

0-6 – изобаты; L-L – линия длины озера; B-B – максимальная ширина озера.

**Примечание:** морфометрические характеристики определяются по плану озера в изобатах (изолиниях равных глубин), построенному по данным промеров, и относятся к уровню воды, принятому для построения плана (рис. 4).

**Длина озера** ( $L_0$ , м или км) – кратчайшее расстояние между двумя наиболее удаленными друг от друга точками береговой линии, изображается на плане прямой или ломаной линией.

**Наибольшая ширина** ( $B_{\max}$ , м или км) – наибольшее расстояние между берегами по перпендикуляру к длине озера.

**Средняя ширина** ( $B_{\text{ср}}$ ) – частное от деления площади озера на его длину:

$$B_{\text{ср}} = \frac{F_0}{L_0},$$

где  $F_0$  – площадь зеркала озера при нулевой изобате,  $м^2$ ;

$L_0$  – длина озера,  $м$ .

**Наибольшая глубина** ( $h_{макс}$ ) определяется по данным промеров.

Средняя глубина ( $h_{ср}$ ) – частное от деления объема озера на его площадь:

$$h_{ср} = \frac{V_0}{F_0},$$

где  $V_0$  – объем озера при нулевой изобате,  $м^3$ ;

$F_0$  – площадь озера при нулевой изобате,  $м^2$ .

Для **вычисления объема воды в озере** ( $V_0$ ) необходимо определить площади водной поверхности озера, соответствующие каждой изобате. Объем воды в озере вычисляется аналитическим способом. При этом объемы слоев воды озера, ограниченные плоскостями изобат, принимаются за правильные геометрические тела.

Более точные результаты дает формула усеченного конуса

$$V_1 = \frac{h}{3}(F_n + F_{n+1} + \sqrt{F_n F_{n+1}}),$$

где  $V_1$  – объем слоя воды между нулевой и первой изобатами, *тыс.  $м^3$* ;

$h$  – сечение изобат,  $м$ ;

$F_n$  – площадь водной поверхности озера при нулевой изобате, *тыс.  $м^2$* ;

$F_{n+1}$  – то же при первой изобате.

В таком же порядке вычисляется объем воды между последующими изобатами.

Объем воды ниже последней изобаты вычисляется по формуле конуса

$$V_n = \frac{1}{3} F_n h,$$

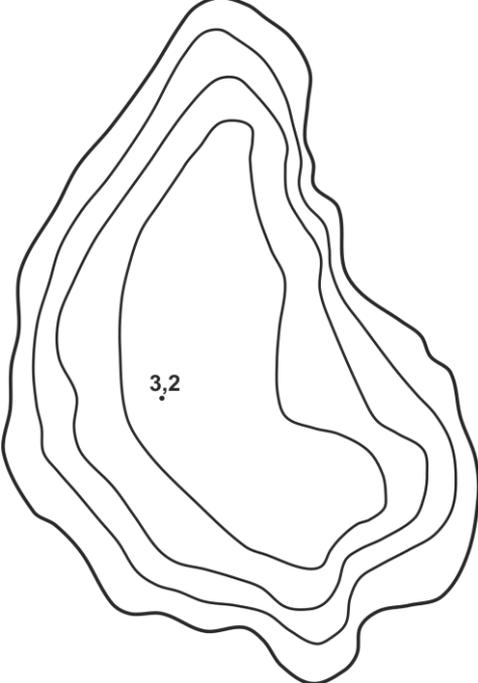
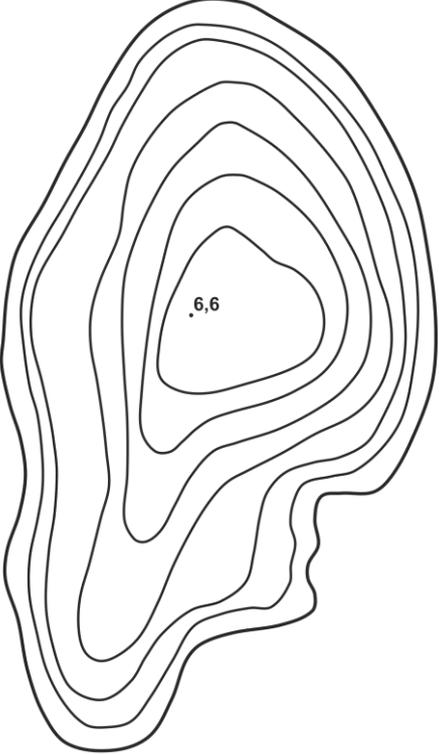
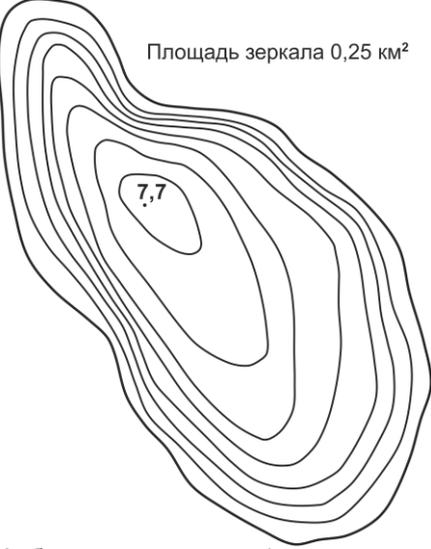
где

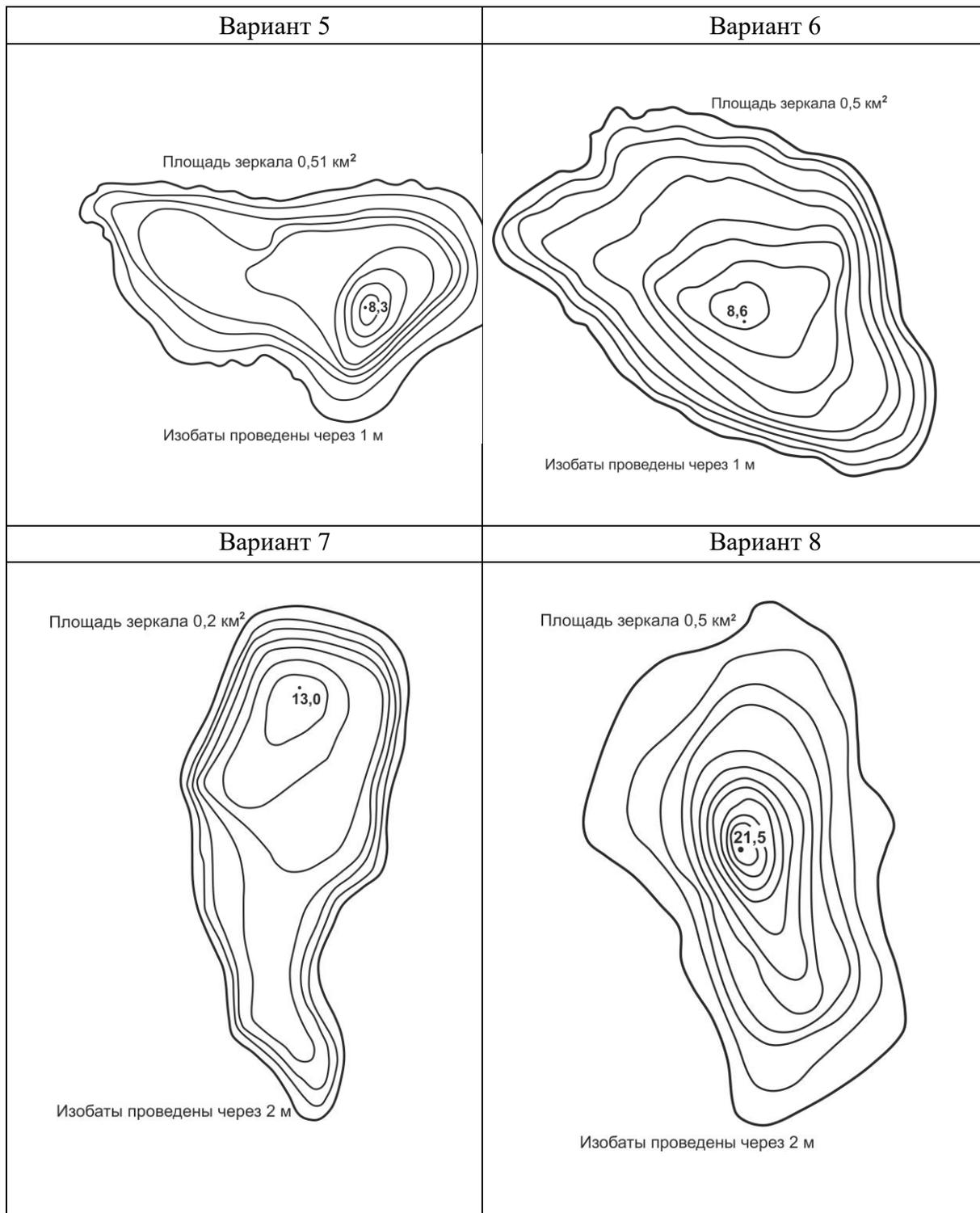
$V_n$  – объем воды ниже последней изобаты, *тыс.  $м^3$* ;

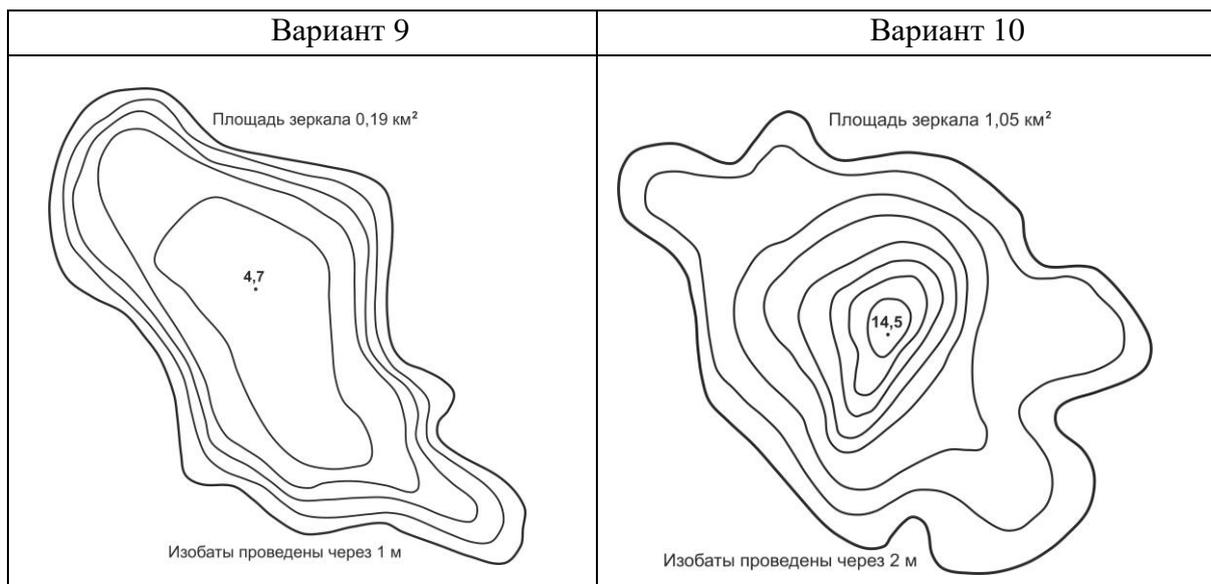
$F_n$  – площадь водной поверхности озера при последней изобате, *тыс.  $м^2$* ;

$h$  – глубина воды, равная разности между максимальной глубиной озера и отметкой нижней изобаты,  $м$ .

## Варианты к заданию № 8

Вариант 1	Вариант 2
<p data-bbox="347 387 625 416">Площадь зеркала 2,02 км<sup>2</sup></p>  <p data-bbox="276 1108 592 1137">Изобаты проведены через 1 м</p>	<p data-bbox="1042 331 1305 360">Площадь зеркала 0,14 км<sup>2</sup></p>  <p data-bbox="994 1131 1294 1160">Изобаты проведены через 1 м</p>
Вариант 3	Вариант 4
<p data-bbox="228 1339 480 1368">Площадь зеркала 1,17 км<sup>2</sup></p>  <p data-bbox="244 1769 534 1798">Изобаты проведены через 1 м</p>	<p data-bbox="994 1261 1257 1290">Площадь зеркала 0,25 км<sup>2</sup></p>  <p data-bbox="842 1769 1142 1798">Изобаты проведены через 1 м</p>



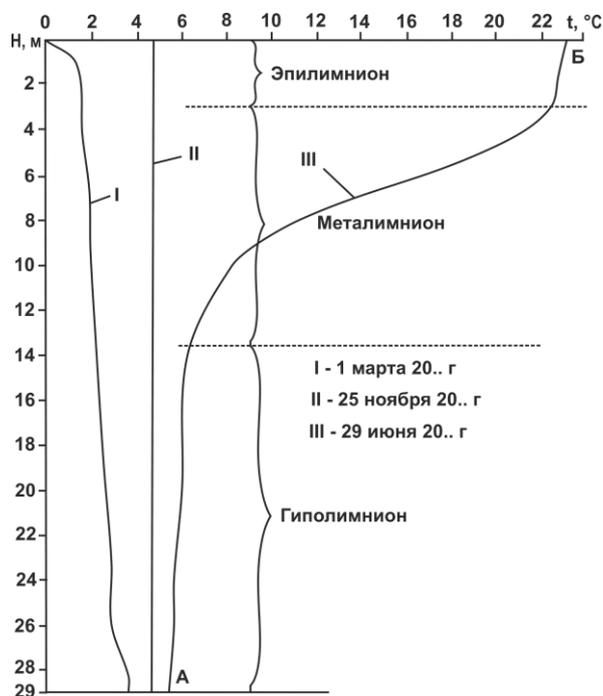


## Тема 16. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ ПО ВЕРТИКАЛИ В ОЗЕРЕ

*Цель: изучить сезонную динамику распределения температур по вертикали в озерах.*

**Оборудование:**

Миллиметровка, карандаши, линейка



**Рис.5. Распределение температуры воды в озере Черном с глубиной.  
I – обратная термическая стратификация; II – гомотермия;  
III – прямая термическая стратификация**

## Задание 9

1. По данным наблюдений за температурой воды в озере построить график распределения температуры воды по вертикали для периодов прямой и обратной термической стратификации и гомотермии (Рис. 5).

2. Выделить горизонтальными линиями на графике распределение температуры с глубиной при прямой термической стратификации - вертикальные температурные зоны: эпилимнион, металимнион и гиполимнион. Определить вертикальный градиент температуры ( $\Theta$ ) в слое температурного скачка (металимниона) и его наибольшее значение.

3. Вычислить среднюю температуру ( $t_{cp}$ ) воды по вертикали для периода прямой термической стратификации, используя график (эпюру) распределения температуры воды по глубине.

### Варианты к заданию 9

оз. Никулинское  
Вариант 1

Дата	Н,м	Пов.	2,5	5,0	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0
02.08...	t°C	16,6	16,2	16,0	12,2	8,6	7,5	7,1	6,4	5,1
30.02...	t°C	0,6	1,0	1,6	2,4	2,6	2,8	3,0	3,5	3,8
11.05...	t°C	4,0	4,0	4,0	4,0	3,9	3,9	3,8	3,8	3,6

оз. Свентес  
Вариант 2

Дата	Н,м	Пов.	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0
20.08...	t°C	22,5	21,5	19,7	14,2	9,4	7,7	6,8	5,5	5,0	4,8
21.03...	t°C	0,3	0,7	0,9	1,1	1,3	1,6	1,8	2,2	3,0	3,6
30.11...	t°C	3,1	3,1	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,3	3,3	3,3

оз. Разна  
Вариант 3

Дата	Н,м	Пов.	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0
03.08...	t°C	22,6	22,0	21,2	18,3	12,6	9,4	6,7	5,6	5,1	4,5
24.12...	t°C	0,4	0,8	1,0	1,4	1,8	2,3	2,8	3,2	3,6	3,8
20.04...	t°C	4,2	4,2	4,2	4,2	4,1	4,1	4,1	4,0	4,0	4,0

оз. Платяляй  
Вариант 4

Дата	Н,м	Пов.	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	43,0
20.07...	t°C	19,2	18,1	11,5	10,6	9,2	7,4	7,0	6,1	5,0	4,5
10.01...	t°C	0,5	1,3	1,7	2,0	2,0	2,2	2,2	2,4	2,5	2,8
28.04...	t°C	4,6	4,5	4,5	4,4	4,4	4,4	-	4,4	-	4,4

оз. Щучье  
Вариант 5

Дата	Н,м	Пов.	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0
30.07...	t°C	22,4	22,0	20,8	19,4	14,1	9,8	7,5	6,5	5,3	5,0
20.12...	t°C	0,3	0,4	0,7	0,9	1,1	1,4	2,0	2,6	3,0	3,5
20.10...	t°C	4,2	4,2	-	4,2	-	4,3	-	4,3	-	4,3

оз. Шугоозеро  
Вариант 6

Дата	Н,м	Пов.	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	14,0	18,0	22,0	24,0
30.07...	t°C	20,2	19,8	19,0	18,5	10,6	9,0	7,9	7,5	7,0	6,8
04.01...	t°C	0,5	0,8	1,0	1,0	1,2	1,5	2,0	2,8	3,5	3,8
30.10...	t°C	6,5	6,5	-	6,5	-	6,6	-	6,6	-	6,6

оз. Свидьяра  
Вариант 7

Дата	Н,м	Пов.	2,0	4,0	6,0	8,0	12,0	16,0	18,0	22,0
03.07...	t°C	20,0	19,8	19,3	18,8	12,0	11,0	7,6	7,2	7,0
27.02...	t°C	0,4	0,6	0,8	1,0	1,0	1,2	1,6	1,8	2,3
28.10...	t°C	4,6	4,6	-	4,6	-	4,7	-	4,7	4,8

оз. Теплое  
Вариант 8

Дата	Н,м	Пов.	1,0	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	15,0
02.08...	t°C	19,8	19,8	19,6	19,4	16,2	9,2	8,0	7,0	6,8	6,4
05.02...	t°C	0,5	0,9	1,2	1,4	1,8	2,6	2,8	3,3	3,8	4,2
10.04...	t°C	5,7	5,7	5,7	-	5,7	-	5,6	-	5,6	5,6

оз. Куйто  
Вариант 9

Дата	Н,м	Пов.	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	14,0	16,0	18,0	20,0
30.06...	t°C	22,0	21,5	19,8	12,4	8,5	7,0	6,0	5,5	5,5	5,1
19.03...	t°C	0,4	0,8	1,2	2,0	2,4	2,4	3,0	-	3,4	3,6
3.09...	t°C	9,6	9,6	-	9,7	-	9,7	-	9,7	-	9,7

оз. Мядель  
Вариант 10

Дата	Н,м	Пов.	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	14,0	18,0	22,0	23,0
10.07...	t°C	21,3	21,0	20,6	20,2	19,5	12,0	9,6	7,8	6,0	5,8
03.02...	t°C	0,6	1,0	1,2	-	1,6	1,8	2,4	3,4	-	3,8
22.11...	t°C	4,8	4,8	-	5,0	-	5,0	-	5,0	-	5,0

## Тема 17. СВОЙСТВА ВОД МИРОВОГО ОКЕАНА

*Цель: установить закономерности распределения солёности и температуры поверхностных вод Мирового океана в зависимости от влияния природных факторов. Изучить закономерности изменения солёности и температуры с глубиной. Выяснить условия замерзания, типы льдов и их распространение в океанах.*

### **Оборудование:**

1. ФГАМ. М.: 1964, 2. Географический атлас (для учителей средней школы). 4-е изд. М.: 1980.

### Задание № 1

Дать анализ карт солёности поверхностных вод океанов.

А. Какова солёность поверхностных вод океанов в приэкваториальных, тропических, умеренных, приполярных широтах?

Б. Сопоставить карты солёности поверхностных вод океанов с картами годовых сумм осадков и испарением и объяснить взаимосвязь между солёностью поверхностных вод океанов и балансом пресных вод.

В. Какие районы Мирового океана имеют наибольшую и наименьшую солёность поверхностных вод и почему?

Г. На примере северной части Атлантического океана выявить влияние морских течений на распределение солёности поверхностных вод.

**Примечание:** ответы лучше представить в виде таблицы.

Широта	Средняя солёность поверхностных вод, %	Годовая сумма осадков, мм	Годовое испарение, мм	Баланс пресной влаги, мм

### Задание № 2

Дать анализ типов изменения солёности вод Мирового океана по вертикали, используя данные таблицы 20.

### Задание № 3

А. Проанализировать карты температуры поверхностных вод океанов в приэкваториальных, тропических, умеренных, приполярных широтах.

Б. Определить амплитуду колебания температур поверхностных вод в течение года на этих широтах.

В. На каких широтах наблюдается наиболее резкое изменение температур поверхностных вод по меридиану?

Г. Существуют ли различия в нагреве поверхностных вод океанов на одних и тех же широтах Северного и Южного полушарий?

Д. Какие общие закономерности в распределении температур поверхностных вод океанов у западных и восточных берегов материков в пределах одних и тех же широт?

*На примере северного полушария выявить причины отклонения изотерм от западно-восточного направления: у западных берегов материков в умеренных широтах – к северу, у восточных – к югу; в субтропических и тропических широтах у западных берегов материков – к югу, а у восточных – к северу.*

Е. Какие районы Мирового океана имеют наиболее высокие и наиболее низкие температуры поверхностных вод?

Таблица 28. – Средние величины солёности воды, ‰ в Мировом океане по типам изменения ее по вертикали (по В.Н. Степанову)

Название типов	Глубина, м										
	0	50	100	150	200	300	400	500	1000	1500	2000
Полярный	32,3	32,9	33,9	34,3	34,5	34,7	34,7	34,8	34,8	34,8	34,8
Субполярный	33,5	33,6	33,7	33,9	34,0	34,1	34,2	34,2	34,6	34,6	34,6
Умеренно тропический	35,6	35,5	35,4	35,3	35,1	34,9	34,7	34,6	34,4	34,6	34,7
Тропический	35,4	35,4	35,6	35,6	35,5	35,2	34,9	34,8	34,6	34,7	34,7
Экваториальный	34,3	34,8	35,1	35,1	35,1	35,1	35,0	34,8	34,6	34,6	34,8
Индо-малайский	33,7	34,0	34,7	34,9	35,0	35,0	35,0	35,0	34,9	34,8	34,8
Североатлантический	35,5	35,7	35,7	35,7	35,7	35,6	35,5	35,4	35,0	35,0	35,0

#### Задание № 4

Познакомиться с типами изменения температуры воды по вертикали в Мировом океане, используя табл. 21, выявить особенности их термической стратификации и объяснить их причины.

Таблица 29. – Средние температуры воды, °С, в Мировом океане по типам изменения ее по вертикали)

Название типов	Глубина, м										
	0	50	100	150	200	300	400	500	1000	1500	2000
Полярный	-0,3	-0,9	-0,9	-0,3	0,3	0,9	1,1	1,1	0,6	0,3	0,1
Субполярный	11,1	7,7	6,5	6,2	5,9	5,3	4,8	4,4	3,2	2,5	2,2
Умеренно тропический	24,1	22,4	19,6	17,1	15,2	12,8	10,9	9,5	5,4	3,8	2,9

#### Задание № 5

Построить график зависимости температуры наибольшей плотности и температуры замерзания морской воды от ее солёности по данным табл. 30.

Таблица 30. – Зависимость температуры наибольшей плотности и температуры замерзания морской воды от ее солёности

Солёность, ‰	0	5	10	15	20	25	30	35
Температура наибольшей плотности, °С	3,95	2,93	1,86	0,77	-0,31	-1,40	-2,47	-3,52
Температура замерзания, °С	0,00	-0,27	-0,53	-0,80	-1,07	-1,35	-1,63	-1,91

Ответьте на вопросы:

1. Чем характерна солёность в 24,7‰, каковы при этой солёности температуры наибольшей плотности и замерзания?

2. Объяснить, как будет происходить процесс замерзания моря с солёностью воды больше и меньше 24,7‰.

3. Какие причины осложняют процесс замерзания океанской воды и в чем отличие в образовании льда в пресной и солёной воде?

**Примечание:** на графике солёность откладывают на оси абсцисс, температуру наибольшей плотности и температуру замерзания – на оси ординат.

### Задание № 6

Составить краткую письменную характеристику поверхности водных масс Мирового океана с указанием названий фронтальных зон их раздела и районов распространения на основе данных табл. 31.

Таблица 31. – **Характеристика поверхностных водных масс Мирового океана**

Название водной массы	Толщина слоя, м	Температура, °С	Солёность, ‰	Условная плотность	Содержание кислорода	Содержание фосфатов, мкг-атом/л
Экваториальная	150-300	26-28	33-35	22,0-23,0	3,0-4,0	0,5-1,0
Тропические	300-400	18-27	34,5-35,5	24,0-26,0	2,0-4,0	1,0-2,0
Субтропические	400-500	15-28	35-37	23,0-26,0	4,0-5,0	<0,5
Субполярные	300-400	20-5	34-35	25,0-27,0	4,6-6,0	0,5-1,5
Полярные	100-200	От 5 до 1,8	32-34	27,0-28,0	5,0-7,0	1,5-2,0

## Тема 18. ДВИЖЕНИЯ ВОД МИРОВОГО ОКЕАНА

*Цель: изучить условия возникновения и общие закономерности движения вод океана, дрейфовых течений на поверхности Мирового океана в связи с общей циркуляцией атмосферы.*

### Оборудование:

1. ФГАМ. М., 1964, 2. Географический атлас (для учителей средней школы). 4-е изд. М., 1980, 3. контурная карта мира.

*Вопросы для собеседования.*

1. Чем вызвано волнение вод Мирового океана? От чего зависит повторяемость и сила волнения в океанах?
2. На какие типы делятся течения, а зависимости от их происхождения, продолжительности?
3. Какие течения называются дрейфовыми, каковы причины и механизм их возникновения?
4. Почему дрейфовые течения не захватывают слои воды глубже 200–300 м от поверхности?
5. Каковы причины возникновения приливов? Где на Земле максимальная высота приливов?

**Задание № 1.**

Дать анализ карт распределения ветрового волнения и зыби в Мировом океане (рис. 6, 7):

А. Объяснить причины закономерностей распределения волнения и зыби в Мировом океане.

Б. Б. На каких широтах и в каких районах Мирового океана повторяемость волнений достигает наибольших и наименьших значений?

В. Как изменяется повторяемость волнений на одних и тех же широтах по сезонам года? На каких широтах амплитуда повторяемости волнения по сезонам года наибольшая?

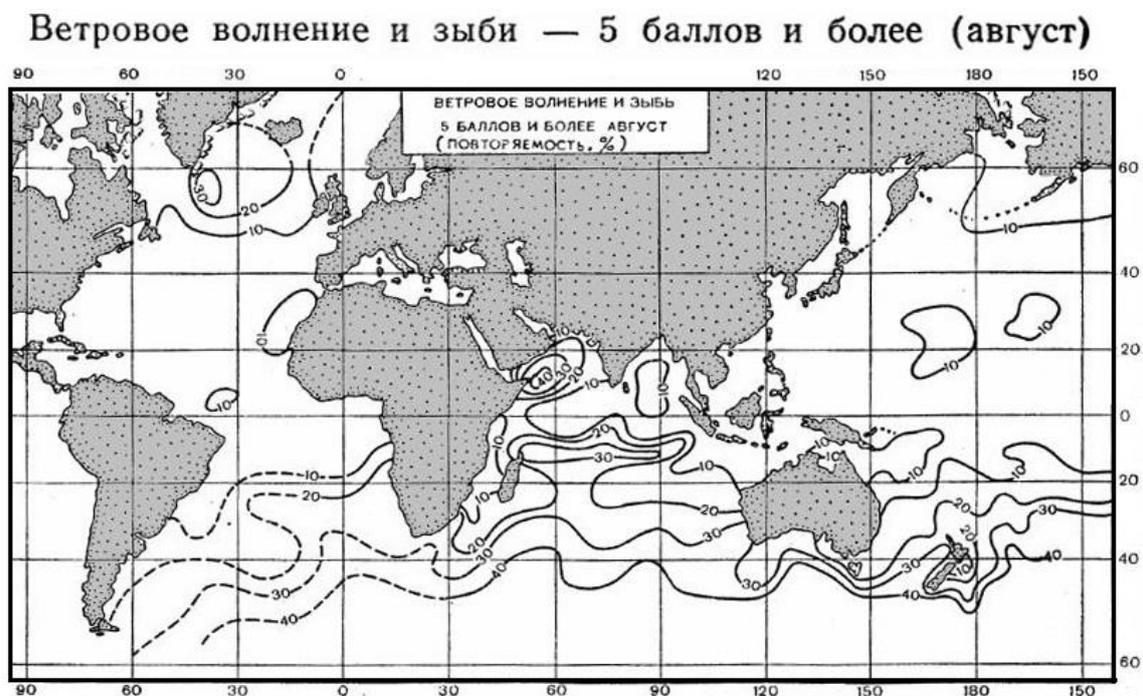


Рис. 6. Распределение ветрового волнения и зыби в Мировом океане, август

## Ветровое волнение и зыби — 5 баллов и более (февраль)

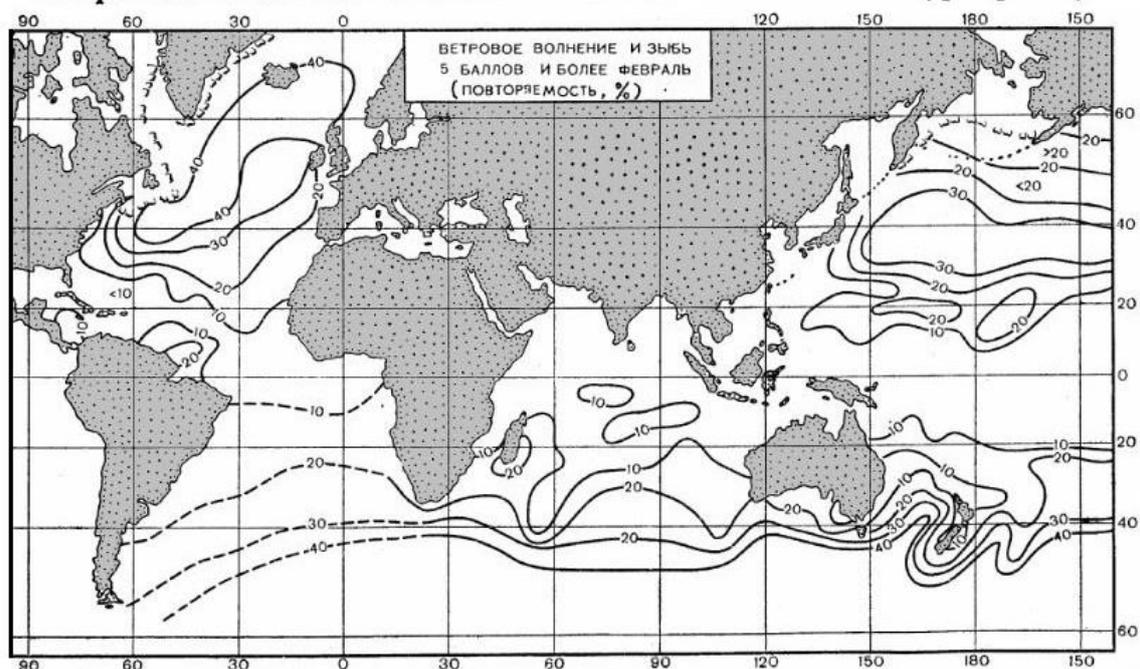


Рис.7. Распределение ветрового волнения и зыби в Мировом океане, февраль

### Задание № 2

На какой глубине затухают ветровые волны, имеющие на поверхности:

- а) высоту  $H = 4$  м, длину  $X = 90$  м;
- б) высоту  $H = 4$  м, длину  $X = 126$  м;
- в) высоту  $H = 8$  м, длину  $X = 225$  м;
- г) высоту  $H = 8$  м, длину  $X = 126$  м,

если на глубине  $1/9X$  высоты волны  $H/2$ , на глубине  $2/9 X$  высоты волны  $H/2^2$  и т.д.

### Задание № 3

Составьте общую схему дрейфовых течений океанов и установите их связь с общей циркуляцией атмосферы.

### Задание № 4

На контурную карту мира нанести основные океанические течения, используя карты атласов. Морские течения показать стрелками. Дайте развернутую характеристику одного из течений, в которой укажите положение и направление движения водного потока, причину возникновения, значение течения для данного океана и прилегающих морей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гледко, Ю.А. Общее землеведение: учеб. пособие для студ. учреждений высш. образования / Ю.А. Гледко. – Минск: Вышэйшая школа, 2015. – 320 с.
2. Гледко, Ю.А. Общее землеведение: практикум: учеб. пособие для студ. учреждений высшего образования / под общ. ред. Ю.А. Гледко. – Минск: Вышэйшая школа, 2021. – 151 с.
3. Неклюкова, Н.П. Общее землеведение. Земля как планета. Атмосфера. Гидросфера: учеб. пособие для студ. геогр. спец. пед. ин-тов / Н.П. Неклюкова. – М.: Просвещение, 1976. – 336 с.
4. Неклюкова, Н.П. Практикум по общему землеведению: учеб. пособие для студ. геогр. спец. пед. ин-тов / Н.П. Неклюкова. – М.: Просвещение, 1977. – 143 с.
5. Основы общего землеведения: лабораторные работы: метод. рекомендации для студ. биол. фак. / [авт.-сост.: Ю.Ф. Рой, В.И. Бойко, А.С. Шик]; УО «Брест. гос. ун-т имени А.С. Пушкина». – Брест: БрГУ имени А.С. Пушкина, 2013. – 36 с.
6. Никонова, М.А. Землеведение и краеведение: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / М.А. Никонова. – М.: Академия, 2005. – 220 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	3
<b>Раздел I. ЗЕМЛЯ КАК ПЛАНЕТА</b> .....	4
Тема 1. Форма и размеры Земли .....	4
Тема 2. Движение Земли вокруг Солнца. Смена времен года и неравенство дня и ночи .....	5
Тема 3. Осевое движение Земли. Местное, поясное время. Опре- деление географических координат .....	8
Тема 4. Знакомство с картами и атласами .....	10
<b>Раздел II. АТМОСФЕРА И КЛИМАТЫ ЗЕМЛИ</b> .....	12
Тема 5. Атмосфера. Солнечная радиация. Радиационные про- цессы .....	12
Тема 6. Температура воздуха .....	17
Тема 7. Вода в атмосфере. Атмосферные осадки. Увлажнение ..	19
Тема 8. Давление и барический режим атмосферы. Ветер .....	21
Тема 9. Воздушные массы и климатологические фронты. Об- щая циркуляция атмосферы .....	24
Тема 10. Климаты Земли. Характеристика климатических поясов .	27
<b>Раздел III. ГИДРОСФЕРА</b> .....	29
Тема 11. Морфометрические характеристики рек и их бассейнов	29
Тема 12. Морфология русла и гидродинамические характери- стики потока .....	30
Тема 13. Речной сток и его характеристики .....	32
Тема 14. Гидрограф реки и его генетический анализ .....	34
Тема 15. Морфологические характеристики озера .....	37
Тема 16. Распределение температуры воды по вертикали в озере ...	42
Тема 17. Свойства вод Мирового океана .....	44
Тема 18. Движения вод Мирового океана .....	47
<b>ЛИТЕРАТУРА</b> .....	50

Учебное издание

## **ОСНОВЫ ОБЩЕГО ЗЕМЛЕВЕДЕНИЯ**

Методические рекомендации

Составитель

**КУРДИН** Сергей Иванович

Технический редактор

*Г.В. Разбоева*

Компьютерный дизайн

*Л.И. Ячменёва*

Подписано в печать 2022. Формат 60x84<sup>1/16</sup>. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 3,02. Уч.-изд. л. 2,61. Тираж экз. Заказ .

Издатель и полиграфическое исполнение – учреждение образования  
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».

Свидетельство о государственной регистрации в качестве издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/255 от 31.03.2014.

Отпечатано на ризографе учреждения образования  
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».  
210038, г. Витебск, Московский проспект, 33.