

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра географии и природопользования

ГИДРОЛОГИЯ

Методические указания к выполнению лабораторных работ
для студентов направлений 05.03.02 «География» и
05.03.06 «Экология природопользования»

Курган 2017

Кафедра: «География и природопользование».

Дисциплина: «Гидрология», «Учение о гидросфере».

Составитель: канд. геогр. наук, доц. Абросимова И.В.;
ст. преподаватель Аршевская О.В.

Утверждены на заседании кафедры «29» августа 2016 г.

Рекомендованы методическим советом университета «17» декабря 2015 г.

Пояснительная записка

Дисциплина «Гидрология» преподается студентам-географам направления 05.03.02 «География». Дисциплина «Учение о гидросфере» преподается студентам направления 05.03.06 «Экология и природопользования». Данные курсы читаются во втором семестре и относятся к базовой части профессионального цикла дисциплин.

Целью освоения дисциплин является формирование основных научных знаний в области гидрологии ледников, подземных вод, рек, озёр, водохранилищ, Мирового океана, освоение базовых методов исследования водных объектов.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 1(2 ч)
ВОДА В ГИДРОСФЕРЕ

Цель: изучить вопросы распределения воды и водных ресурсов на Земле как планете.

Оборудование: учебник[6], линейка, калькулятор.

Задание 1. Оценка запасов воды на Земле как планете

1 На основе анализа таблицы 1 оцените распределение воды на Земле:

- ▶ каковы запасы воды в Мировом океане, на суше (в млн км² и в %);
- ▶ какова общая площадь водных объектов на поверхности Земли (в млн км² и в %);
- ▶ как распределены по площади запасы воды на поверхности литосферы.

Таблица 1 – Запасы воды на земном шаре[6]

Виды природных вод	Площадь		Объем, тыс. км ³	Доля в мировых запасах, %	
	Млн км ²	%		От общих запасов воды	От запасов пресных вод
Воды на поверхности литосферы					
Мировой океан	361	-	1338000	96,4	-
Ледники	16,25	10,9	25780	1,86	70,2
Озера	2,1	1,4	176	0,013	-
в том числе пресные	1,2	0,8	91	0,007	0,25
Водохранилища	0,4	0,3	6	0,0004	0,016
Вода в реках	-	-	2	0,0002	0,005
Вода в болотах	2,7	1,8	11	0,0008	0,03
Вода в верхней части литосферы					
Подземные воды	-	-	23400	1,68	-
в том числе пресные	-	-	10530	0,76	28,7
Подземные льды, зоны многолетнемерзлых пород	2,1	14	300	0,022	0,82
Вода в атмосфере и в организмах					
Вода в атмосфере	-	-	13	0,001	0,04
Вода в организмах	-	-	1	0,0001	0,003
Общие запасы воды					
Общие запасы воды	-	-	1388000	100	-
в том числе пресных	-	-	36730	2,65	100

2 Проанализируйте количество воды на земном шаре (таблица 1) по предложенному плану и сделайте общий вывод:

- ▶ каковы общие запасы воды;
- ▶ сколько составляет объем воды в Мировом океане в тыс. км³ и % от общих запасов;

- ▶ сколько составляет объем воды на поверхности суши (ледники, озера, водохранилища, реки, болота) в тыс. км³ и % от общих запасов;
- ▶ сколько составляет объем подземных вод в тыс. км³ и % от общих запасов;
- ▶ сколько воды содержится в атмосфере в тыс. км³ и % от общих запасов.

Задание 2. Используя учебник [6, с. 106], дайте определение «водные ресурсы» (в широком и узком смысле). Укажите, из чего складываются «водные ресурсы».

Заполните недостающие графы в таблице 2. Постройте круговую диаграмму распределения водных ресурсов (в %). Сделайте вывод об обеспеченности водными ресурсами материков и частей света.

Таблица 2 – Распределение водных ресурсов [6; 14]

Континент	Площадь, млн км ²	Водные ресурсы (h_i), км ³ /год*	Водообеспеченность территории (W_i), тыс. м ³ /год/млн км ²	Водообеспеченность населения (V_i), тыс. м ³ /год на 1 человека	Численность населения, млн чел.
Европа	10.46	3200			715
Азия	43.5	14400			3800
Африка	30.1	4600			872
Америка	24.3	20000			835
Австралия	7.63	400			30
Вся суша**	135	42600			6252

*Среднемноголетний речной сток

**Исключая Антарктиду

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 2(2 ч) СВОЙСТВА ПРИРОДНЫХ ВОД

Цель: ознакомиться с химическими и физическими свойствами природных вод (минерализация, температуры замерзания и наибольшей плотности).

Оборудование: линейка, циркуль, транспортир, калькулятор.

Теоретическая часть

Вода (H₂O) – слабый электролит, молекула которого состоит из одного водородного (H⁺) и одного гидроксильного (OH⁻) ионов.

Вода является хорошим растворителем химических соединений. Суммарное содержание в воде растворенных неорганических веществ выражают в виде *минерализации* (M, мг/л, г/л) либо в виде *солёности* (S, ‰).

По содержанию солей (минерализации или солёности) природные воды в обобщенном виде подразделяют на группы: *пресные* – менее 1‰, *солончатые* – 1-25‰, *солёные* (морской солёности) – 25-50‰, *высокосолёные* (рассолы) – более 50‰. Однако в гидрологии имеются более дробные классификации природных вод по степени минерализации и ее связи с химическим составом солей (таблица 3).

Таблица 3 – Классификация вод по минерализации [4]

Общая минерализация, г/л (‰)	Класс	Химический состав солей (по ионам)	Группа
менее 0,2	ультрапресные	гидрокарбонатные	пресные
0,2-0,5	пресные	гидрокарбонатные	
0,5-1	пресные с повышенной минерализацией	гидрокарбонатные	
1-3	солончатые	сульфатные	солончатые (до 25‰)
3-10	соленые	сульфатно-хлоридные	
10-35	очень соленые	хлоридно-сульфатные	соленые (от 25‰)
35-50	переходные к рассолам	хлоридные	
более 50	рассолы	хлоридные	высокосоленые

Химически растворенные вещества (соли) присутствуют в воде в виде ионов – катионов и анионов. Наиболее распространены *положительно заряженные ионы (катионы)*: кальция Ca^{+2} , магния Mg^{+2} , натрия Na^{+} , калия K^{+} ; *отрицательно заряженные ионы (анионы)*: HCO_3^{-} – гидрокарбонат, SO_4^{-2} – сульфат, Cl^{-} – хлорид. Помимо указанных ионов в природных водах содержатся и другие химические элементы и соединения, которые называют *микрокомпонентами (микроэлементами)*. Обычно их содержание в воде не превышает 2-5 мг/л (миллиграмм – 0,001 грамма). Микроэлементы оказывают влияние на специфические особенности вод (например, лечебные свойства). К микроэлементам относят, например, литий Li, бром Br, медь Cu, никель Ni и другие. Микрокомпоненты, содержание которых в природных водах менее 0,1 мг/л называют *ультрамикрокомпонентами* [8].

Помимо химических элементов в растворенном виде в природных водах присутствуют *газы* в виде молекул, например, метан CH_4 , углекислый газ (диоксид углерода) CO_2 и другие.

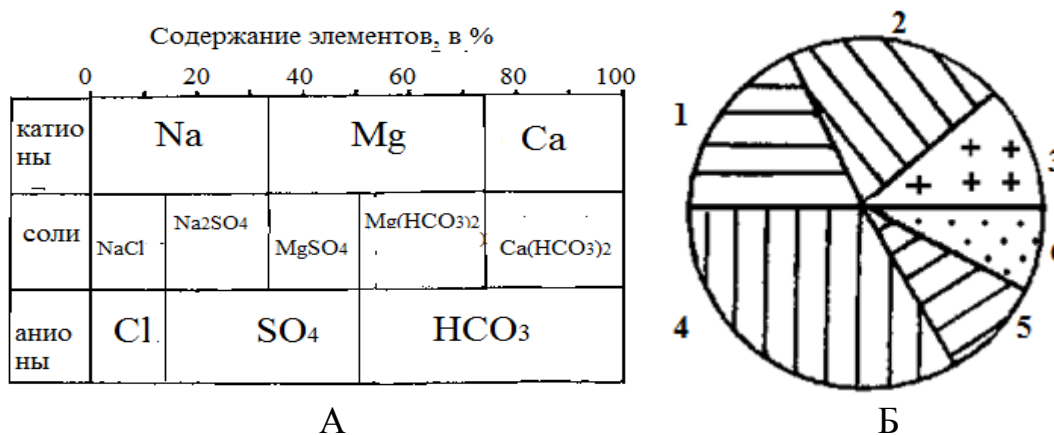
Знание химического состава природной воды отражается в ее названии. Преобладающий анион показывает класс воды: гидрокарбонатный, сульфатный, хлоридный. Преобладающие катионы – группу воды: натриевая, кальциевая, магниевая, калиевая. *В названии воды сначала пишется преобладающий анион (класс), а затем преобладающий катион (группа).*

Для наглядного отражения химического состава воды используют диаграммы различного вида:

► график-прямоугольник (рисунок 1 А). График строится в виде трех горизонтальных или вертикальных прямоугольников. На одном из них откладываются в процентах катионы, на третьем – анионы (в %) в последовательности их реакционной силы (+, 2+, –, 2–). В полосе между катионами и анионами показывается гипотетическое содержание солей.

► круг-диаграмма Н.И. Толстихина (рисунок 1 Б). Диаметр круга отражает минерализацию (суммарную массу всех растворенных веществ). Круг делится на

две части: в верхней откладываются (% в масштабе) катионы, в последовательности Ca^{+2} (1), Mg^{+2} (2), Na^+ (3), K^+ (3), а в нижней – анионы: HCO_3^- (4), SO_4^{-2} (5), Cl^- .



А – график-прямоугольник; Б – круг-диаграмма Н.И. Толстихина

Рисунок 1 – Графические методы показа химического состава воды [3]

Вода в природе может находиться в твердом (лед), жидком (собственно вода) и газообразном (водяной пар) агрегатных состояниях. Температура, при которой происходит кристаллизация воды, называется *температурой замерзания*. Изменения температуры замерзания воды связаны с влиянием давления и/или солености. Температура, при которой вода имеет максимальную плотность, называется *температурой наибольшей плотности*. Она составляет $3,98^\circ\text{C}$. Увеличение солености на каждые $10^0/_{00}$ снижает температуру наибольшей плотности примерно на 2°C . Соотношения между температурами наибольшей плотности и замерзания влияют на характер процесса охлаждения воды и вертикальной конвекции.

Задание 1. С помощью круговой диаграммы Н.И. Толстихина (рисунок 1 Б) изобразить в тетради химический состав воды, приведенный в таблице 4 (по двум вариантам, указанным преподавателем).

Таблица 4 – Данные о химическом составе природных вод [3]

Вариант	Анионный состав, %			Катионный состав, %		
	HCO_3^-	SO_4^{-2}	Cl^-	Ca^{+2}	Mg^{+2}	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$
1	60	25	15	85	5	10
2	57	21	22	56	20	24
3	22	63	15	12	49	39
4	30	70	-	4	70	26
5	35	40	25	42	42	16
6	61	17	22	-	17	83
7	44	56	-	75	25	-
8	14	72	14	29	42	29
9	15	10	75	55	-	45
10	25	40	35	20	25	55

Ход работы

- 1 Для показа химического состава воды круговую диаграмму следует разделить на две равные части горизонтальной линией, проходящей через ее центр. В верхней части полукруга показать катионный состав, в нижней – анионный, двигаясь слева направо. Следует помнить, что 100% катионов или анионов на диаграмме соответствуют 180° , следовательно 1% равен $1,8^\circ$.
- 2 Выделенные на диаграмме сектора заштриховать согласно самостоятельно разработанной легенде.
- 3 Записать название воды по соотношению катионов и анионов.

Задание 2. По данным таблицы 5 построить график изменения температуры замерзания и температуры наибольшей плотности воды в зависимости от солености (график Хелланд-Хансена) и проанализировать его, объяснив различия в ходе замерзания пресной и соленой воды.

Таблица 5 – Данные для построения графика Хелланд-Хансена [12]

Соленость, $S, \text{‰}$	0	5	10	15	20	24,7	25	30	35	40
Температура замерзания, $t_z, \text{°C}$	0,00	-0,27	-0,54	-0,81	-1,08	-1,33	-1,35	-1,62	-1,89	-2,2
Температура наибольшей плотности, $t_p, \text{°C}$	3,98	2,93	1,85	0,77	-0,30	-1,33	-1,37	-2,45	-3,53	-4,5

Ход работы

- 1 На оси абсцисс отложить значения солености, на оси ординат – температуры замерзания и наибольшей плотности. Масштабы выбрать самостоятельно.
- 2 По данным таблицы 5 нанести точки температуры замерзания и температуры наибольшей плотности соответственно значениям солености, провести через них прямые.
- 3 Показать на графике область распространения пресных, солоноватых и соленых вод. Указать минимальные и максимальные значения температур замерзания и наибольшей плотности. У каких вод по солености наблюдается наибольшая и наименьшая разница указанных значений?
- 4 Чем характерна соленость в 24,7‰?
- 5 Сделайте общий вывод о связи солености и температуры замерзания, солености и температуры наибольшей плотности воды.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 3 (2 ч) МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕКИ И ЕЕ БАССЕЙНА. ПОСТРОЕНИЕ ГИДРОГРАФИЧЕСКОЙ СХЕМЫ РЕКИ

Цель: сформировать понятия об основных морфометрических характеристиках рек, гидрографической схеме реки.

Оборудование: линейка, калькулятор, курвиметр или циркуль-измеритель, или бечевка, палетка.

Теоретическая часть [6; 7; 10; 11]

Река – естественный постоянный водный поток, образованный атмосферными осадками, текущими в выработанном им углублении земной коры – русле.

Истоком, началом реки, считают то место, где река впервые ясно определяется в виде поверхностного потока. Впадая в другую реку, озеро или море, река образует *устье*. Устье – место пересечения водного потока реки с линией меженного уровня водоема, куда река впадает.

Речной сетью реки называют главную реку со всеми ее притоками. Притоки, впадающие непосредственно в главную реку, называют притоками первого порядка. Притоки, впадающие в притоки первого порядка, называют притоками второго порядка и т.д.

Речной бассейн – это часть земной поверхности, включающая в себя данную речную систему. Бассейны рек ограничиваются водоразделами. Водоразделом называют линию пересечения склонов двух смежных бассейнов. Обычно линия водораздела совпадает с наиболее возвышенными участками местности.

Морфометрические характеристики представляют собой количественные показатели водных объектов и водосборов, дающие представление о размерах и форме.

К основным морфометрическим характеристикам рек относятся: длина, гидрографическая длина, падение, средний уклон, извилистость.

Длина реки (L) измеряется по картам от устья к истоку, т. к. устье – более определенная точка, чем исток. Длину рек обычно определяют по крупномасштабным картам или аэрофотоснимкам с помощью курвиметров, циркулей-измерителей. Для увеличения точности измерение проводят два раза и берут среднее значение.

Гидрографическая длина водотока (L гидр.) – протяженность основного русла водотока, измеряемая от истока притока, составляющего с основным водотоком наибольшую длину.

Отношение длины участка реки L , измеренной по карте, к длине l по прямой от начала до конца участка называется *коэффициентом извилистости* R данного участка реки. Для рек в целом за начало участка принимается исток, за конец – устье.

$$R = \frac{L}{l}. \quad (1)$$

Значения коэффициента извилистости приводятся с точностью 0,01.

По величине коэффициента извилистости реки определяют тип извилистости (таблица 6).

Таблица 6 – Типы извилистости рек [9]

<i>Типы извилистости</i>	<i>Коэффициент извилистости</i>
Относительно прямолинейные	<1.1
Очень слабо извилистые	1.10-1.20
Слабо извилистые	1.21-1.40
Умеренно извилистые	1.41-1.60
Извилистые	1.61-1.80
Сильно извилистые	1.81-2.00
Чрезвычайно извилистые	>2.00

Разность высот между истоком H_2 и устьем реки H_1 называется *падением реки (H)*. Падение реки на отдельных участках реки различно, но в среднем закономерно уменьшается от истока к устью.

Уклоном реки (i) называют отношение падения реки (H) к ее длине (L):

$$i = H \div L. \quad (2)$$

Уклон реки обычно величина небольшая. Выражается в безразмерных величинах, промилле или процентах. Например, средний уклон р. Волги – 0,00007 или 0,07‰, или 0,007%.

К основным морфометрическим характеристикам речного бассейна относятся длина бассейна, средняя ширина, наибольшая ширина, площадь речного бассейна, протяженность речной сети, густота речной сети.

Длина бассейна (L_{р.б.}) определяется по прямой линии, идущей от устья главной реки к наиболее удаленной от него точке.

Наибольшую ширину бассейна (B_{max}) определяют по прямой, перпендикулярной к длине бассейна в наиболее широком ее месте.

Средняя ширина бассейна (B) – частное от деления площади бассейна (S) на длину бассейна (L_{р.б.})

$$B = S \div L_{р. б.} \quad (3)$$

Значение средней ширины речного бассейна позволяет оценить качественные характеристики реки, в частности, формирование стока реки. Чем меньше средняя ширина бассейна по сравнению с его длиной, тем при прочих равных условиях половодье в реке будет проходить спокойнее. При большой длине бассейна путь воды будет значительным, паводки растянутся, следовательно уровни и расходы воды будут меньше.

Густота речной сети – важнейшая характеристика бассейна, характеризующая формирование в нем стока. Определяется через *коэффициент густоты речной сети D* – это отношение суммы длин всех рек бассейна (*протяженность речной сети*), включая и пересыхающие, к площади бассейна S, т. е.:

$$D = (L_1 + L_2 + \dots + L_n) \div S. \quad (4)$$

Зная длину рек, образующих речную систему, можно построить *гидрографическую схему*, которая дает наглядное представление о том, куда какая река и после какой впадает, какова ее длина по сравнению с длинами других рек бассейна. При построении гидрографической схемы по горизонтальной линии откладывают в масштабе длину главной реки. Отмечают исток и устье (слева – исток, справа – устье).

Притоки вычерчиваются в том же масштабе в виде прямых линий, отходящих от места впадения под некоторым углом (обычно 45°) к этой горизонтальной линии (рисунок 2).

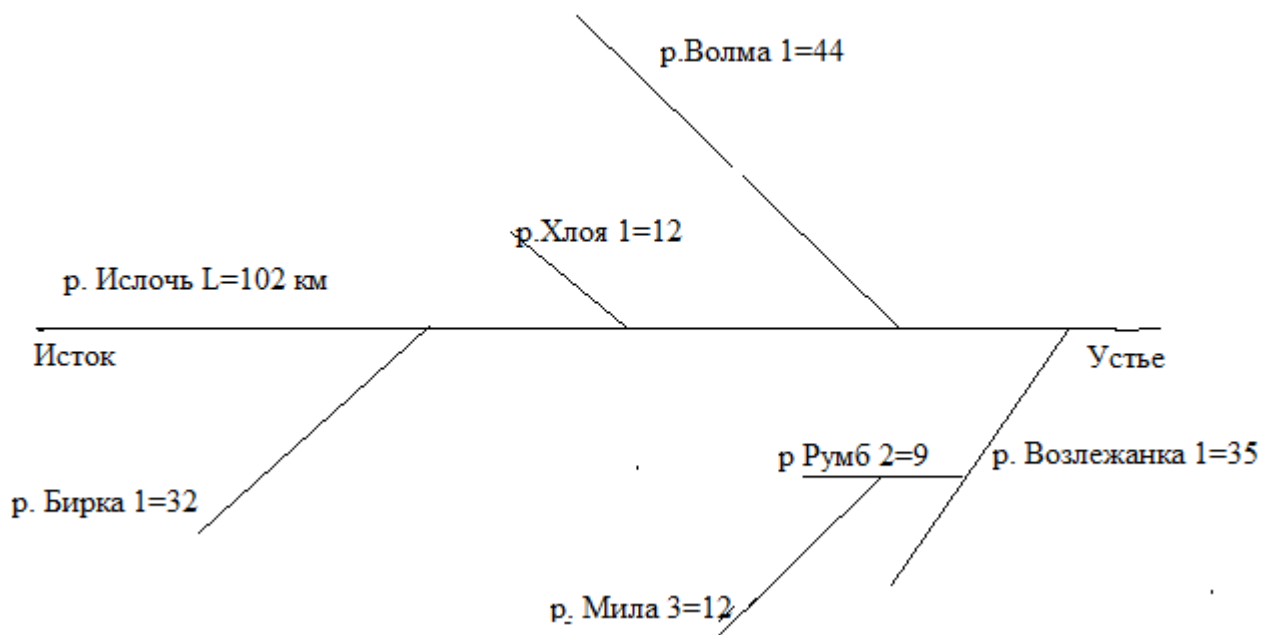


Рисунок 2 – Гидрографическая схема системы реки Исloch [3]

Задание 1. Определить основные морфометрические характеристики условной р. Голубой и ее бассейна по рисунку 3.

Ход работы:

- 1) определите длину р. Голубая, длину ее притоков с помощью курвиметра или бечевки, или циркуля-измерителя. Не забудьте пересчитать полученные измерения в масштабе. Результаты запишите;
- 2) рассчитайте коэффициент извилистости р. Голубая и определите тип реки по извилистости. Расчеты и результаты запишите;
- 3) по горизонталям определите высоту истока и устья р. Голубая, вычислите падение и уклон реки. Значения уклона выразите как в безразмерных величинах, так и промилле и процентах. Расчеты и результаты запишите;
- 4) на кальку перенесите границы речного бассейна р. Голубая (граница проводится по водоразделу – горизонтали с наибольшим значением) и речную систему. Подклейте кальку в тетрадь;
- 5) на кальке покажите длину и максимальную ширину речного бассейна. Пересчитайте их в масштабе, результаты запишите;
- 6) измерьте площадь бассейна р. Голубая с помощью палетки. Накладывая палетку на карту, подсчитайте количество целых квадратов палетки, расположенных на площади бассейна. Части квадратов, приходящихся на площадь бассейна, не полностью просуммируйте на глаз, определите общее число квадратов и вычислите площадь бассейна через масштаб. Результаты запишите;
- 7) рассчитайте густоту речной сети и среднюю ширину речного бассейна. Расчеты и результаты запишите.

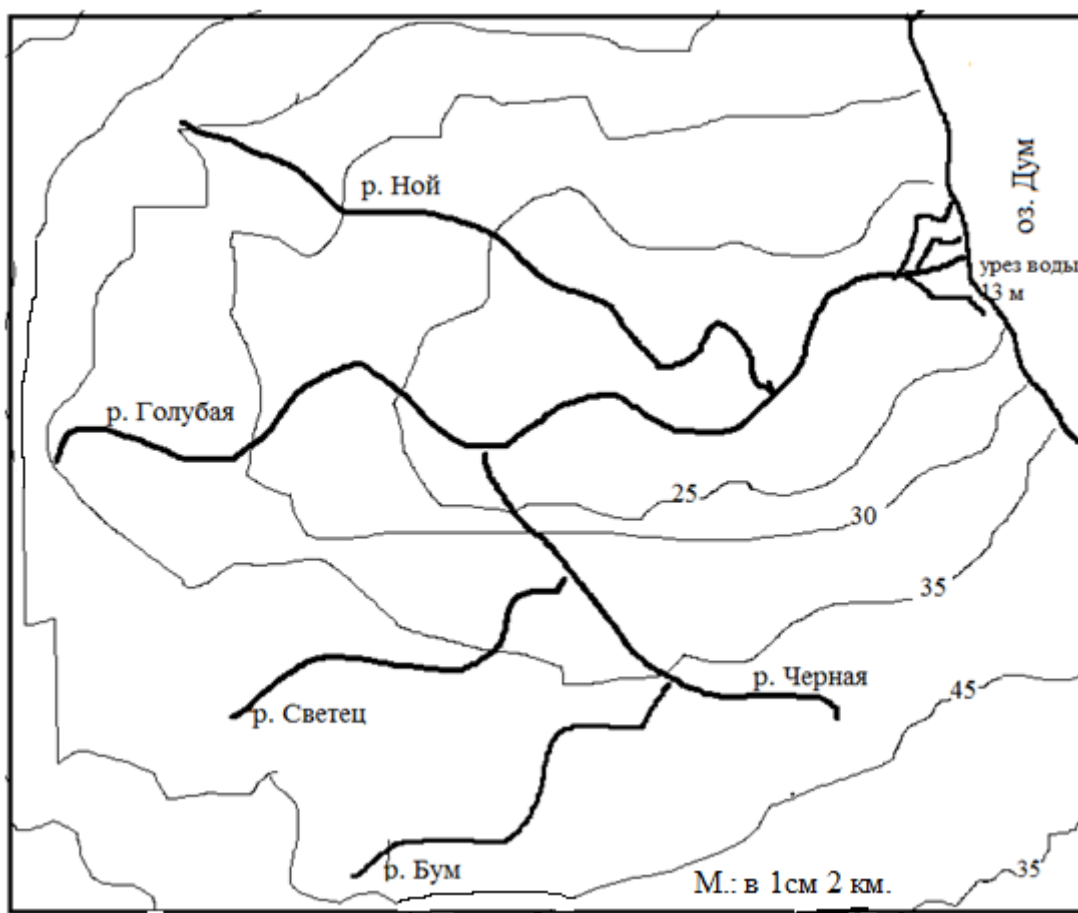


Рисунок 3 – Схема речной системы условной р. Голубая

Задание 2. Построение гидрографической схемы р. Голубая.

Ход работы

- 1 Используя данные о длине р. Голубая и ее притоков (пункт 1 задания1) и рисунок 3, составьте ведомость по форме:

Название притока	Длина притока, км		Расстояние от устья главной реки до устья притока , км
	левый	правый	

- 2 Схема строится в произвольно выбранном масштабе. Линии притоков проводят к линии главной реки под углом 45° , притоки притоков — также под углом 45° к линии последних. Делаются необходимые надписи (образец – рисунок 2).

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 4 (2 ч) ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЧНОГО СТОКА

Цель: сформировать представление об основных гидрологических характеристиках стока рек.

Оборудование: калькулятор, атласы (школьный 7-го класса, атлас учителя), линейка.

Теоретическая часть [12; 13]

Под речным стоком понимают перемещение воды в виде потока по речному руслу, которое происходит под действием гравитации.

К основным гидрологическим характеристикам речного стока относятся:

- расход воды Q , м³/с;
- объем стока воды W , м³;
- модуль стока воды M , л/(с·км²);
- слой стока воды y , мм;
- коэффициент стока.

Расход воды Q (м³/с) – количество воды, проходящее через поперечное сечение русла за единицу времени (день, месяц и т.д.).

На основе регулярных измерений расхода воды вычисляют среднесуточные, среднемесячные, среднемноголетние характеристики стока.

Среднемесячный расход воды вычисляется по формуле:

$$Q_{\text{ср. мес.}} = \Sigma Q_i / 31, \quad (5)$$

среднегодовой:

$$Q_{\text{ср. мес.}} = \Sigma Q_i / 365. \quad (6)$$

Объем стока воды W – количество воды, проходящее через поперечное сечение русла за некоторый промежуток времени.

$$W = Q(\Delta t) \cdot \Delta t, \quad (7)$$

где $Q(\Delta t)$ – расход воды за период времени; Δt – период времени.

Обычно берутся временные интервалы сутки и тогда $\Delta t = 86\,400$ секунд (сутки); год $\Delta t = 31,5 \cdot 10^6$ секунд. Суточный интервал обычно применяется для характеристики малых рек, ручьев, тогда как для крупных водотоков более применителен годовой интервал.

Объем стока обычно измеряется в м³ или км³, тогда формула объема стока выглядит так:

$$W = Q \cdot 31,5 \cdot 10^6 \quad (8)$$

$$W = Q \cdot 31,5 \cdot 10^{-3}. \quad (9)$$

Слой стока y – это количество воды, стекающее с водосбора за какой-либо интервал времени, равное толщине слоя, равномерно распределенного по площади водосбора и выраженного в миллиметрах:

$$y = \frac{W(\text{м}^3) \cdot 10^{-3}}{F} = \frac{W(\text{км}^3) \cdot 10^6}{F}, \quad (10)$$

где F – площадь бассейна реки (в км²).

Коэффициент стока a – безразмерная величина, равная отношению слоя стока y (в мм или в м³, или в км³) к соответствующему слою (количеству) атмосферных осадков x (в мм или в м³, или в км³) и изменяющаяся от 0 до 1:

$$a = \frac{y}{x}. \quad (11)$$

Модуль стока воды M , л/(с·км²) – это количество воды, стекающее с единицы площади водосбора в единицу времени. Модуль стока воды рассчитывают по формуле:

$$M = \frac{Q \cdot 10^3}{F}. \quad (12)$$

Гидрологические характеристики зависят от физико-географических условий и имеют определенную зональность.

Задание 1. Определите средний годовой сток, модуль стока, слой и коэффициент стока для рек, перечисленных в таблице 7.

Таблица 7 – Гидрологические характеристики рек

Река	Площадь бассейна (тыс.км ²)	Среднее годовое количество осадков (мм)	Расход (м ³ /с)	Средний годовой сток (км ³ /год)	Модуль стока (л/с)	Слой стока (мм)	Коэффициент стока
Конго	3690	1323	40000				
Маккензи	1750	325	15000				
Дунай	816	749	6400				
Печора	327	500	4000				
Оранжевая	1020	250	345				
Тобол	426	350	413				

Задание 2. Сопоставьте положение рек на карте мира и определите в каком климатическом поясе или поясах расположены реки. Проследите, как изменяются значения стока, модуля стока, коэффициента стока при движении от экваториальных широт к умеренным и арктическим широтам.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 5 (2 ч) ГИДРОГРАФ РЕКИ И ЕГО АНАЛИЗ

Цель: сформировать представление об изменениях расхода рек в течение года, их графическом отражении и связи с источниками питания.

Оборудование: линейка, палетка, калькулятор.

Теоретическая часть [10; 12; 13].

В зависимости от источника выделяют типы питания рек: дождевое, талое (снеговое и ледниковое), грунтовое или подземное. Иногда выделяют также озерное и искусственное питание. В течении года значение типов питания может меняться. Например, зимой в умеренных широтах преобладает подземное питание, весной – за счет таяния снега и т. д. Указанная изменчивость приводит к изменениям в расходе воды в реке в течение года, что влияет на уровень, объем воды в водотоке. В связи с этим говорят о *водном режиме реки* как характеристике, отражающей вышеперечисленные изменения за год.

В водном режиме реки выделяют *фазы водного режима*. Число фаз может быть неодинаковым для различных рек и колеблется от двух до четырех. К основным фазам относят: половодье, паводок, межень, которые у разных рек могут наблюдаться в различные периоды.

Половодьем называется ежегодно повторяющееся приблизительно в один и тот же сезон года длительное и значительное увеличение водности рек, вызывающее подъем ее уровня. Чаще всего наблюдаются весеннее и летнее полово-

дье. *Весеннее половодье* связано преимущественно с таянием снега. Большинство рек именно в этот период достигают максимальных величин расхода, уровня и объема воды. *Летнее половодье* связано с прохождением обильных летних дождей, таянием ледников в горах и спадом волны весеннего половодья.

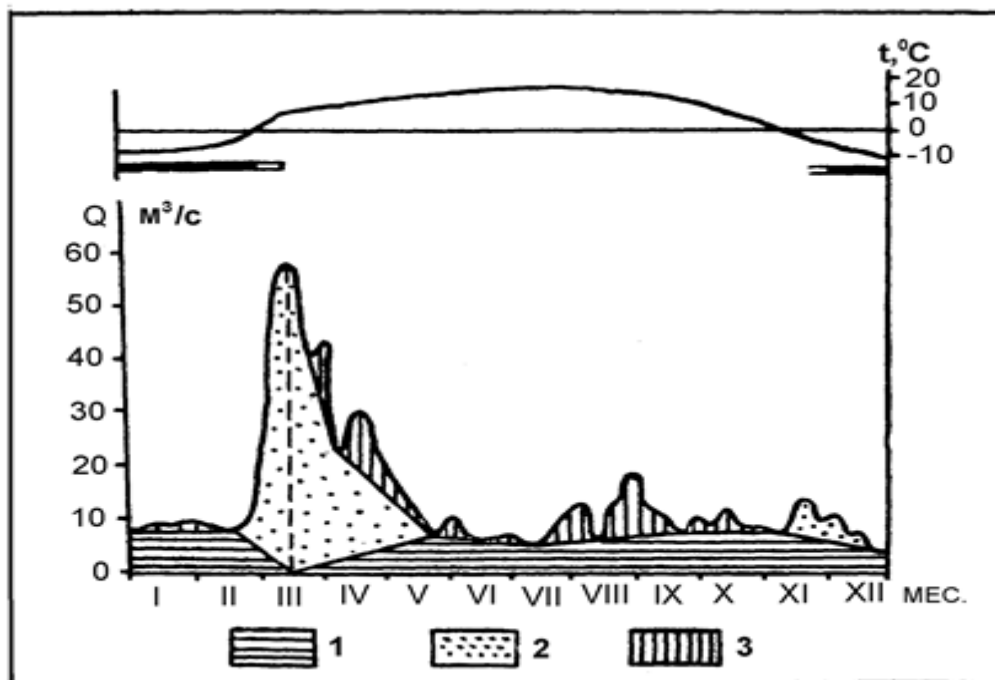
Межень – фаза водного режима, связанная с минимальными показателями водности рек. Обычно выделяют летнюю и зимнюю межень.

Летняя межень наступает после окончания весеннего половодья, в ее течение основным источником питания рек являются подземные воды и дожди летнего периода. *Зимняя межень* в основном совпадает с периодом ледостава. Исключение составляют лишь реки районов с теплым климатом и реки горных районов. В это время реки переходят на питание за счет подземных и грунтовых вод.

Осенний паводок – период увеличения водности, связанный обычно с обложными осенними дождями, выпадающими на водосборе бассейна рек и вызывающими подъем уровней и нарастание расходов воды.

Последовательные изменения стока реки отражает график расхода воды или *гидрограф* (рисунок 4). Генетический анализ формы гидрографа дает возможность количественно оценить долю различных видов питания рек в годовом объеме стока.

На основании соотношений разных видов питания строится классификация рек М.И. Львовича. Если один из видов питания дает более 80% годового стока, говорят об *исключительном* значении данного вида питания. Если на его долю приходится от 50 до 80% – этому виду придается *преимущественное* значение. Если же ни один вид питания не дает более 50% стока, такое питание называют *смешанным*.



1) грунтовое питание; 2) снеговое питание; 3) дождевое питание

Рисунок 4 – Гидрограф реки с весенним половодьем [3]

Задание 1. По данным таблицы 8 построить гидрограф для реки Тобол, расчленив его по видам питания, определить величину снегового, дождевого и грунтового питания и тип питания.

Таблица 8–Среднедекадные расходы (Q , м³/с) и температура воздуха (t , °С) р. Тобол, 2007 г.

Дата	А		Дата	А	
	Q (м ³ /с)	T, °С		Q(м ³ /с)	T °С
5.01	12	-16,3	5.07	7	19,6
15.01	10		15.07	5	
25.01	8		25.07	5	
5.02	8	-15	5.08	2	16,7
15.02	7		15.08	3	
25.02	6		25.08	5	
5.03	6	-6,9	5.09	2	10,8
15.03	6		15.09	3	
25.03	8		25.09	4	
5.04	25	4,6	5.10	4	3,2
15.04	51		15.10	4	
25.04	47		25.10	3	
5.05	13	12,5	5.11	3	-6,4
15.05	21		15.11	3	
25.05	9		25.11	1	
5.06	6	17,8	5.12	1	-13,4
15.06	16		15.12	1	
25.06	6		25.12	1	

Ход работы

- 1 По данным таблицы 8 построить график изменения расходов на р. Тобол в течение года. На оси ординат отложить значения расхода, на оси абсцисс – месяцы, разделенные на декады. Рекомендуемый масштаб: вертикальный – в 1 см, – 5 м³/с, горизонтальный – в 1,5 см – один месяц.
- 2 Над графиком расхода воды вычертить график температурных изменений.
- 3 Расчленив полученный гидрограф на снеговое, дождевое и грунтовое питание. Для этого найти на графике самый высокий пик расхода, приходящийся на снеговое питание (определяется по смене отрицательных температур положительными). Считается, что в этот период грунтовое питание равно 0 (рисунок 4), поэтому проведите из указанного пика линию к горизонтальной оси. Ближе к лету доля грунтового питания увеличивается, а количество снеговых вод уменьшается, и к концу мая они иссякают. Поэтому от точки с нулевым питанием грунтовых вод нужно провести отрезки к ближайшим впадинам (участки кривой, где падение расхода сменяется его увеличением) на гидрографе. Все пики расходов (кроме самого большого) срезать отрезками, соединяющими соседние впадины кривой. Область графика, расположенная ниже срезающих отрезков, относится к грунтовому питанию. Срезанные пики, находящиеся в диапазоне положительных температур, имеют дождевое питание. Остальная часть графика – снеговые воды. Участки гра-

фика с различным питанием заштриховать согласно условным знакам легенды.

- Подсчитать количество квадратных сантиметров, приходящихся на каждый вид питания. Для удобства полученные результаты занести в таблицу 9.

Таблица 9 – 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			Σ	100

- Определить «цену» 1 см² в единицах объема (м³). Для этого 1 см вертикального масштаба (например, 5 м³/с) надо умножить на 1 см горизонтального (например, 2 декады, т.е. 20 сут.) и на время (секунды за сутки) – 86400 с.: $1 \text{ см}^2 = 5 \text{ м}^3/\text{с} \cdot 20 \text{ сут} \cdot 86400 \text{ с} = 8,64 \cdot 10^6 \text{ м}^3$.
- Перемножив данные колонок 2 и 3 таблицы 9, рассчитать объемы стока, приходящиеся на снеговое, дождевое и грунтовое питание.
- Используя классификацию М.И. Львовича, проанализировать процентное соотношение разных источников питания и определить (записать) тип питания р. Тобол.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 6 (2 ч) РАЗМЕЩЕНИЕ РЕК

Цель: сформировать представление о размещении крупнейших рек мира.

Оборудование: школьный физико-географический атлас мира, атлас учителя, контурная карта мира (формат А-3), цветные карандаши.

Задание 1. На контурную карту мира нанести указанные реки. Уметь показывать гидрологические объекты на карте мира.

Евразия: Янцзы (Чаянцзян), Хуанхэ, Меконг, Амур, Аргунь, Шилка, Лена, Вилюй, Алдан, Витим, Олекма, Оленек, Енисей, Ангара, Нижняя Тунгуска, Подкаменная Тунгуска, Обь, Бия, Катунь, Иртыш, Ишим, Тобол, Волга, Ветлуга, Сура, Кама, Белая, Уфа, Вятка, Ока, Инд, Шатт-эльль-Араб (Евфрат и Тигр), Сырдарья, Брахмапутра, Дунай, Салуин, Ганг, Амударья, Урал, Днепр, Иравади, Сицзян, Колыма, Тарим, Дон, Печора, Индигирка, Хатанга (с Котуем), Таз, Кура, Днестр, Рейн, Северная Двина, Эльба (Лаба), Висла, Буг, Селенга, Западная Двина (Даугава), Луара, Тахо (Тежу), Или, Темза, Сена, Эбра.

Африка: Замбези, Конго (Заир), Убанги, Лимпопо, Нил (Белый и Голубой), Атбара, Кагера, Оранжевая, Сенегал, Нигер, Шари, Окаванга (Кубанго), Руфиджи.

Австралия: Муррей, Дарлинг.

Северная Америка: Колорадо, Макензи с Атабаской, Миссисипи, Арканзас, Миссури, Рио-Гранде, Св. Лаврентия, Юкон, Нельсон, Колумбия, Черчилль, Соскачеван.

Южная Америка: Аманзонка, Мараньон, Укаяли, Риу-Негру, Мадейра, Ла-Плата, Парана, Токантис, Ориноко, Парагвай, Уругвай, Сан-Франциско, Рио-Негро.

Задание 2. Используя справочный материал, разным цветом на контурной карте показать:

- самые длинные реки;
- наиболее полноводные реки;
- границы крупнейших по площади речных бассейнов.

Знать указанные параметры.

Самые длинные реки мира: Амазонка (6296 км), Нил (6690 км), Миссисипи с притоком Миссури (6420 км), Янцзы (5800 км), Ла-Плата с притоками Парана и Уругвай (3700 км).

Наиболее полноводные реки (имеющие максимальные значения среднегодового стока воды): Амазонка (6930 км³), Конго (Заир) (1414 км³), Ганг (1230 км³), Янцзы (995 км³), Ориноко (914 км³), Енисей (624 км³), Миссисипи (598 км³).

Крупнейшие реки земного шара по площади бассейна: Амазонка (7180 тыс. км²), Конго (Заир) (3691 тыс. км²), Миссисипи с притоком Миссури (3268 тыс. км²), Ла-Плата с притоками Парана и Уругвай (3100 тыс. км²), Обь (2990 тыс. км²).

Задание 3. Постройте столбиковую диаграмму «Распределение речного стока по континентам».

Таблица 10 – Распределение речного стока по континентам и их частям

	Единицы измерения	Европа *	Азия*	Северная Америка	Южная Америка	Африка	Австралия	Новая Гвинея, Новая Зеландия	Вся суша
Речной сток	тыс. км ³	2,3	9,9	6,0	10,4	4,2	0,4	1,6	39,1
Площадь региона	тыс. км ²	4,9	27,1	21,7	18,0	30,0	7,6	1,1	132,8

*без учета территорий России

Сделайте вывод о распределении речного стока по материкам и их частям с учетом того, сколько речного стока приходится на единицу площади.

Задание 4. Подготовить сообщения о крупнейших реках мира (см. задание 2): «Характеристика реки».

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 7 (2 ч)
ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОЗЕРА

Цель: сформировать представление об основных метрических характеристиках озера и способах их определения.

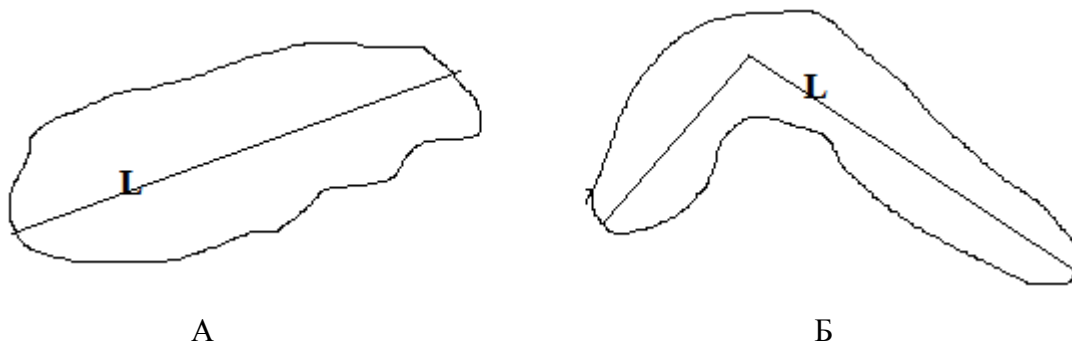
Оборудование: курвиметр (циркуль-измеритель), план озера, калька, палетка, калькулятор.

Теоретическая часть [3; 6; 7; 8].

Озеро – это естественный водоем с замедленным водообменом. При изучении озер и озерных котловин важно установить не только условия их образования, но и определить ряд числовых характеристик, дающих количественные представления об основных элементах озера и озерной котловины. Эти характеристики носят название *морфометрических*.

К основным морфометрическим характеристикам озера относят: длину, ширину, глубину, объем, площадь, длину и изрезанность береговой линии, уклон дна.

Длина озера L , m – кратчайшее расстояние между двумя наиболее удаленными точками, расположенными на берегах озера, измеряемое по поверхности озера. Эта линия будет прямой, если озеро простой формы. Если же озеро извилистое, то линия длины озера будет состоять из отдельных отрезков и кривых линий (рисунок 5)



А – длина простого по форме озера; Б – длина извилистого по форме озера

Рисунок 5 – Определение длины озера

Ширина озера включает две величины:

- *максимальную ширину* B , m – наибольший перпендикуляр к линии длины озера;
- *среднюю ширину* $B_{ср}$, m – отношение площади озера F к его длине L .

Площадь озера F , m^2 или $км^2$ вычисляется двояко: во-первых, вместе с площадью островов, во-вторых, считая отдельно лишь площадь водной поверхности. Во втором случае площадь водной поверхности (зеркала) озера зависит от уровня озёр и высчитывается в рамках нулевой изобаты (изобата – линия, соединяющая точки с одинаковой глубиной).

Длина береговой линии l , m , измеряется по нулевой изобате.

Коэффициент извилистости береговой линии ik — отношение длины береговой линии к длине окружности круга, имеющего площадь, равную площади

озера (формула 13).

$$k = \frac{l}{2\sqrt{\pi F}} \quad (13)$$

Данная величина, характеризующая форму озера, не может быть меньше единицы; чем больше эта величина, тем более извилист берег озера.

Объем озера V , м³ или км³ – количество воды в озере при определенном уровне. Вычисляется как сумма отдельных слоев котловины, заключенных горизонтальными плоскостями, проведенными друг от друга на расстоянии h , где h – мощность элементарного слоя (сечение изобат):

$$V = \frac{F_i + F_{i+1}}{2} h + \dots + \frac{F_n + F_{n+1}}{2} h. \quad (14)$$

Уклон дна tg – определяется по формуле:

$$tg = \frac{l_1 + l_2}{2} \times \frac{h}{F}, \quad (15)$$

где l_1, l_2 – длины изобат, между которыми определяется уклон; h – сечение изобат, F – площадь кольца между изобатами.

Глубина озера – вертикальное расстояние от поверхности уровня озера до дна. Обычно выделяют:

- максимальную глубину водоема H , м – наибольшее вертикальное расстояние от уровенной поверхности водоема до дна (обычно отмечается на плане или карте озера соответствующей цифрой).
- среднюю глубину водоема $H_{ср.}$, м – среднее вертикальное расстояние от поверхности воды до дна, определяемое как отношение объема воды в озере V к площади водного зеркала.

Задание 1. Используя план оз. Песчаное (рисунок 6), определите его основные морфометрические характеристики.

Ход работы

- 1 Вычертить план оз. Песчаное на кальке с изобатами.

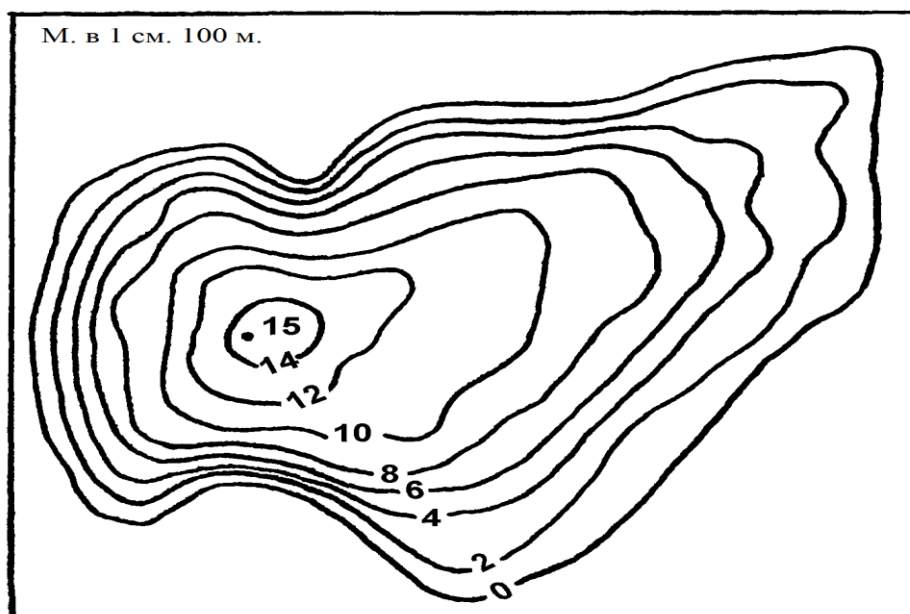


Рисунок 6 – План оз. Песчаное

- 2 Показать на плане отрезками длину и максимальную ширину, согласно масштабу определить их величины.

3 Путем необходимых измерений, вычислений записать значения других характеристик. Записать ход вычислений в тетрадь.

Длина (L , м), средняя ($B_{ср.}$, м) и наибольшая (B_{max} , м) ширина, средняя ($H_{ср.}$, м) и максимальная (H_{max} , м) глубина озера, длина (l , м) и изрезанность береговой линии (k), объем воды в озере (V , м³), площадь водного зеркала (F , м²), уклон дна (tg).

4 Длину береговой линии определить курвиметром.

5 Площадь водной поверхности озера определить с помощью палетки.

6 Аналогично рассчитать значения площадей, оконтуренных нижележащими изобатами (F_1 , F_2 и т.д.) для использования их в формуле (14). Полученные значения вписать в колонку 3 таблицы 11. Объемы элементарных слоев озера (V_1 , V_2 и т.д.) рассчитываются как полусуммы смежных площадей, умноженных на сечение изобат, а общий объем – как сумма объемов элементарных слоев.

Таблица 11 – Площади и объемы элементарных слоев оз. Песчаное

Значения изобат, м	Индекс площади, F_i	Площадь, тыс. м ²	Индекс объема, V_i	Объем, тыс. м ³
0 - 2	F_0		V_0	
2 - 4	F_1		V_1	
4 - 6	F_2		V_2	
...	...			

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 8 (2 ч)
ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ОЗЕР. СТРОЕНИЕ ТОЛЩИ ВОДЫ В ОЗЕРЕ
ПО ТЕМПЕРАТУРЕ

Цель: сформировать представление о термическом цикле озер умеренного пояса.

Оборудование: линейка, калькулятор, три цветных карандаша.

Теоретическая часть [6; 7; 13].

Толща воды озер нагревается под действием солнечной энергии. Приход солнечной энергии в течение одного летнего дня может достигать 500 кал на 1 см² поверхности озера. Часть этой энергии отражается от зеркала озера, часть – рассеивается водной поверхностью в пространство, а часть – поглощается водой и превращается в тепловую энергию. Расходуется тепло озерной воды на испарение и излучение в атмосферу, весной (в умеренных, полярных широтах) – на таяние льда. В результате нагревания и охлаждения в толще воды озера наблюдаются явления температурных стратификаций и гомотермии. Различают:

1) прямую стратификацию – наблюдается понижение температуры воды при движении от поверхности озера ко дну (с глубиной);

- 2) обратную стратификацию – наблюдается повышение температуры воды при движении от поверхности озера ко дну (с глубиной);
- 3) гомотермия – вся толща воды в озере имеет одинаковую температуру.

Нагревание или охлаждение верхних слоев водной толщи озера приводит либо к перемешиванию воды, либо к расслоению (*стратификации*) водной толщи по плотности.

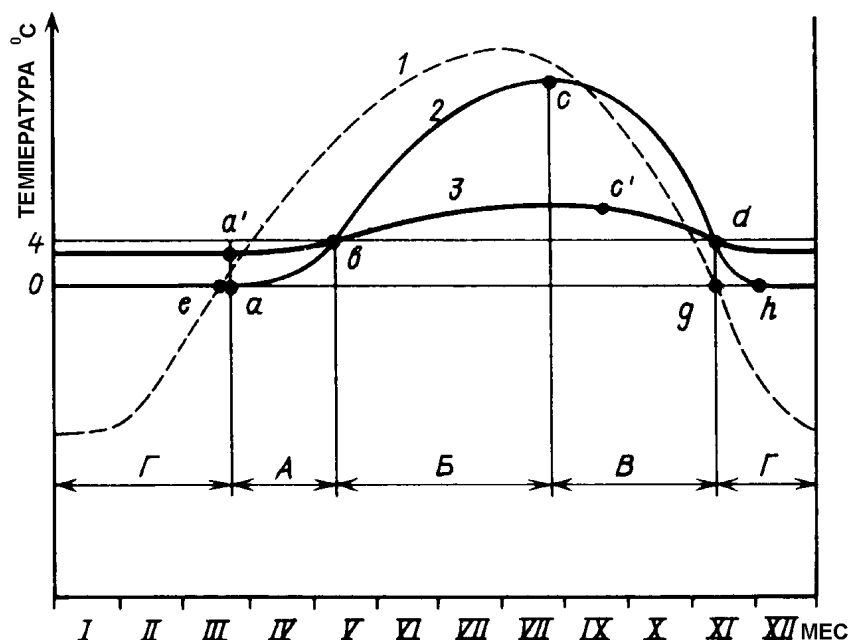
В зависимости от особенностей температурного режима (наличия прямой, обратной стратификаций, гомотермии) Ф.А. Форель подразделил все пресноводные водоемы мира на три группы:

► теплые или тропические – характеризуются температурой поверхности более $+4^{\circ}\text{C}$ весь год. Наблюдается явление прямой стратификации;

► холодные или полярные озера – весь год обладают температурой поверхности ниже $+4^{\circ}\text{C}$. Большую часть года они замерзшие, для них характерна обратная термическая стратификация;

► умеренные озера – имеют температуру поверхности выше $+4^{\circ}\text{C}$ летом, ниже $+4^{\circ}\text{C}$ зимой. Они обладают переменной стратификацией по сезонам года: летом – прямой, зимой – обратной. Весной и осенью наступают моменты гомотермии (весенней и осенней).

Таким образом, наиболее «сложными» в термическом отношении являются умеренные озера. Для них характерно выделение четырех периодов в течении года: весеннее нагревание, летнее нагревание, осеннее охлаждение и зимнее охлаждение (рисунок 7).



1 – температура воздуха; 2 – температура в поверхностном слое воды озера; 3 – придонном слое воды озера; А – весеннее нагревание; Б – летнее нагревание; В – осеннее охлаждение; Г – зимнее охлаждение

Рисунок 7 – Схема внутригодовых изменений температур глубокого пресноводного озера в умеренных широтах северного полушария [3]

В период весеннего нагревания температура воды в поверхностном слое повышается. Этот процесс начинается, когда озеро еще покрыто льдом, и продолжается после схода ледяного покрова, т.е. температура поверхностных вод достигает отметки в 0°C (на рисунке 7 точка *a*) и начинает повышаться, но температура придонных слоев остается относительно постоянной и более «теплой» – около $+4^{\circ}\text{C}$ (обратная стратификация). В результате происходит нарушение вертикальной устойчивости вод (меняется плотность): со временем прогреваемые, но холодные и плотные поверхностные воды начинают опускаться вниз, а придонные воды поднимаются. Возникает интенсивное вертикальное конвективное перемешивание, приводящее к выравниванию температуры по вертикали – весенняя гомотермия (на рисунке 7 точка *b*). С этого момента весеннее нагревание заканчивается и начинается период летнего нагревания, который продолжается до момента, когда температура поверхностного слоя воды не достигнет своего максимума (на рисунке 7 точка *c*). В летний период происходит более или менее четкое расслоение толщи воды озер умеренного пояса, что связано с перемешиванием толщи, прогреванием верхнего слоя. И выделяют три термические зоны (слои):

- 1) *эпилимнион* – поверхностная, наиболее теплая термическая зона (слой) воды;
- 2) *гиполимнион* – нижний, холодный слой воды;
- 3) *металимнион* – слой температурного скачка, где температура воды изменяется на несколько градусов (примерно от 2-3 до 10°C) за 1-2 метра.

Далее наступает период осеннего охлаждения. В данный период температура в поверхностном слое понижается (но она «теплее» придонных слоев), вода становится на поверхности «плотной», что вызывает ее конвективное перемешивание. В результате устанавливается осенняя гомотермия (на рисунке 7 точка *d*). Заканчивается осенний период и начинается период зимнего охлаждения, когда температура воздуха, а затем и температура поверхностного слоя воды приближается к температуре замерзания: для пресных вод около 0°C (на рисунке 7 точки *q* и *h*).

Задание 1. По данным таблицы 12 построить график внутригодовых температур воздуха, поверхностных и придонных слоев воды оз. Перец и выделить на нем термические периоды.

Таблица 12 – Месячные значения температур воздуха, поверхностных и донных слоев оз. Перец

Температура	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
воздуха	-14	-10	-4	6	10	16	22	19	14	5	1	-9
воды у поверхности	-1	-1	0	2	4	8	16	17	14	8	4	0
Воды у дна	2	2	2	3	4	5	7	9	10	7	4	2

Ход работы

- 1 Построить координатную плоскость, нанеся на ось абсцисс температуры, а на ось ординат – месяцы. По данным таблицы 12 вычертить графики темпе-

ратур воздуха, поверхностных и донных слоев воды оз. Перец. Линии графиков – разного цвета. Масштаб выбрать самостоятельно.

- 2 Выделить на графике периоды весеннего и летнего нагревания, осеннего и зимнего охлаждения (образец – рисунок 7).
- 3 Охарактеризовать термические периоды для оз. Перец.

Задание 2. Используя рисунок 8, вычислить температурный градиент и построить осредненный график распределения температур по глубине для периода летнего нагревания, выделив на нем эпилимнион, металимнион и гиполимнион.

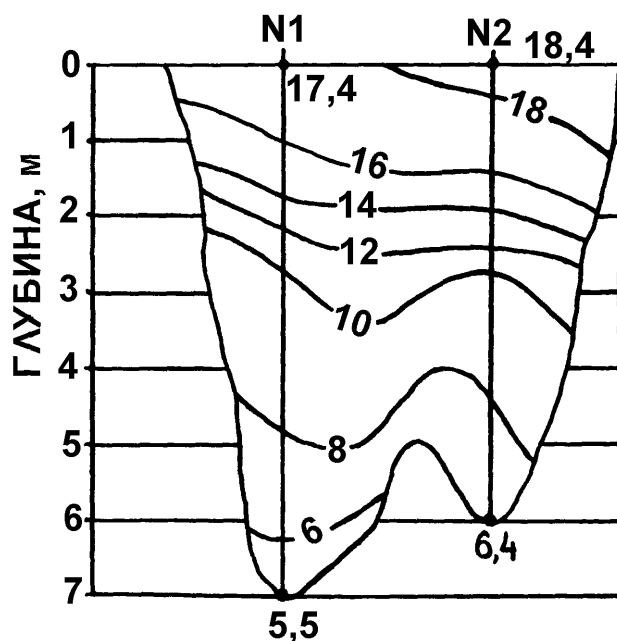


Рисунок 8 – Изотермы в водном сечении озера [3]

Ход работы

- 1 Перечертить рисунок 8 на кальку.
- 2 На промерных вертикалях №1 и №2 определить температуру воды через каждый метр от поверхности до дна. Для определения температур использовать метод интерполяции:

А) на линиях вертикалей поставить отметки соответствующих глубин;

Б) если отметка глубины лежит на изолинии, то по значению изолинии определить температуру;

В) если отметка лежит не на изолинии, то:

- измерить расстояние между изолиниями (разница в температуре между ними 2°C);

- измерить расстояние от нижней или верхней изолинии до отметки глубины на вертикали;

- составить пропорцию и вычислить разницу в температуре;

- сложить или вычесть (в зависимости от нижней или верхней изолинии) разницу температуру от значения изолинии.

Результаты занести в таблицу 13 (колонки 2 и 3).

Таблица 13 – Расчета вертикального градиента температур озера

Глубина, м	Температура, °С			Вертикальный градиент температур, °С/м
	На вертикали №1	На вертикали №2	Средняя	
0				
1				
...	
7				

- Для каждой глубины таблицы рассчитать среднее арифметическое значение температуры (сложить данные 2 и 3 колонки и разделить на 2). Результаты занести в колонку 4.
- По данным колонки 4 построить график распределения средних температур по глубине, отложив по вертикали глубину, а по горизонтали – температуры. Рекомендованный масштаб: вертикальный – в 1 см 1м; горизонтальный – в 1 см 1°С.
- Вычислить вертикальный градиент температур на каждый метр глубины. Для этого определить разницу между средними температурами на глубинах, отличающихся на 1 м (т. е. от среднего значения температуры глубины 0 м вычесть среднее значение температуры на глубине 1 м; от среднего значения температуры глубины 1 м вычесть среднее значение температуры на глубине 2 м и т.д.). Результаты записать в колонку 5.
- Найти максимальные величины градиентов и определить, к каким глубинам озера они относятся. Верхний и нижний пределы максимальных градиентов – показать на графике двумя горизонтальными линиями. Выделившиеся таким образом три термических слоя подписать.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 9 (2 ч) ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВ. ЗАЛЕГАНИЕ И ДВИЖЕНИЕ ГРУНТОВЫХ ВОД

Цель: сформировать представление о связи свойств грунтов и скорости движения грунтовых вод.

Оборудование: линейка, калькулятор.

Теоретическая часть [3, 6, 11, 13].

Подземные воды находятся в верхней толще земной коры, включая кору выветривания и почвенный слой. Эту толщу в гидрогеологии называют *горными породами*, в гидрологии — *почвогрунтами* или просто *грунтом*.

Грунтовые воды – это подземные воды первого от поверхности постоянно существующего водоносного горизонта, залегающего на первом выдержанном по площади водоупорном пласте. Их свободная поверхность называется *уровнем* или *зеркалом грунтовых вод*. Расстояние от земной поверхности до уровня (зеркала) грунтовых вод является *глубиной залегания грунтовых вод*, а расстоя-

ние от кровли водоупорного пласта до уровня грунтовых вод – *мощностью водоносного горизонта*.

Режим подземных и грунтовых вод во многом определяется физическими и водными свойствами грунтов. К числу основных физических свойств грунта относятся его плотность, гранулометрический состав, пористость и связанная с последней фильтрация.

Плотность грунта — это отношение массы однородного грунта к его объему. Различают плотность сухого грунта («скелет») и плотность грунта при естественной влажности. Плотность грунта отличается от плотности его «скелета» ρ , зависящей от характера вещества или минерала, слагающего грунт. Например, для частиц кварцевого песка ρ приблизительно равна 2650 кг/м^3 , супесей — 2700 , суглинков — 2710 , глин — 2740 кг/м^3 .

Поскольку грунт состоит не только из скелета, но и из пор, заполненных либо воздухом, либо водой, либо льдом, плотность влажного грунта всегда меньше плотности его «скелета». Так, плотность песка (как грунта, а не как минерала) обычно находится в пределах $1200\text{—}1500 \text{ кг/м}^3$.

Многие рыхлые грунты представляют собой смесь частиц различной крупности. Процентное содержание (по массе) в рыхлых грунтах групп частиц (фракций) различного диаметра называют *гранулометрическим* или *механическим составом грунта*. Для характеристики гранулометрического состава грунта используют понятие «средний диаметр частиц грунта D_{cp} » и некоторые другие величины.

Практически все грунты (как рыхлые, так и скальные) обладают *скважностью* (*пустотностью*), под которой понимают наличие в грунтах пустот независимо от их размеров, формы и происхождения. Скважность, обусловленная *порами*, т. е. промежутками (обычно $< 0,1 \text{ мм}$) между отдельными частицами, называется *пористостью*. Скважность, обусловленная *трещинами* в грунте, называется *трещиноватостью*. Скважность, обусловленную наличием в грунте крупных ($> 1 \text{ мм}$) пустот (каверн), называют *кавернозностью*. Грунты, где преобладает один из трех названных выше видов скважности, называют соответственно *пористыми*, *трещинными* {*трещиноватыми*) и *каверновыми* (В.А. Всеволожский, 1991). К пористым грунтам относятся многие осадочные породы (пески, глины, суглинки), торф, обломочные породы; к трещинным — многие метаморфические и магматические горные породы; к каверновым — известняки, гипсы и другие породы, подвергаемые выщелачиванию легко растворимых соединений.

Пористость грунтов характеризуется коэффициентом пористости P , который равен выраженному в процентах отношению объема пор к объему всего грунта V_{gp} в сухом состоянии:

$$P = \frac{V_{пор}}{V_{гр}} \times 100\%. \quad (16)$$

Пористость — одна из важнейших характеристик грунта, определяющих его способность пропускать воду и скорость движения воды. Разные грунты обладают различной пористостью (таблица 14).

Таблица 14 – Пористость некоторых грунтов [3]

Грунт	Средние значения коэффициента пористости, %	Грунт	Средние значения коэффициента пористости, %
Торф	80	Песчаник	4-25
Ил	50	Сланцы	4
Лёсс	45	Гнейсы	2
Песок	25-35	Мрамор	2
Суглинки	35	Гранит	1
Глины	20-40	Известняк	0,6-16

Фильтрация – движение по порам и трещинам грунта свободной (гравитационной) воды под действием силы тяжести и гидростатического давления в сторону уклона поверхности водоносного горизонта или в сторону уменьшения напора (таблица 15).

Таблица 15 – Коэффициенты фильтрации некоторых видов грунта [3]

Название грунта	Коэффициент фильтрации, м/сут
Галечник	100-200
Песок, в том числе:	45
Песок с галькой	50-100
Песок крупнозернистый	15-50
Песок среднезернистый	5-15
Песок мелкозернистый	1-5
Песок глинистый	0,5-1,0
Супесь	0,5
Суглинок	0,067
Глина	0,001-0,0001 и менее

Грунтовые воды текут по кратчайшему расстоянию (по нормали к гидроизогипсам) в сторону гидроизогипс с меньшей отметкой.

Уклон водной поверхности определяется по формуле:

$$i = (H_1 - H_2) \div L, \quad (17)$$

где H_1 и H_2 — отметки крайних изогипс, L — расстояние между ними.

Скорость движения грунтовых вод может быть определена при ламинарном движении по формуле Дарси:

$$V = K \times i, \quad (18)$$

где K — коэффициент фильтрации, i — уклон.

Задание 1. Какова пористость породы, если при объеме образца, равном 250 см^3 , объем пор V составляет: а) 35 см^3 , б) 78 см^3 , в) 100 см^3 , г) 125 см^3 .

К каким породам могут относиться рассматриваемые образцы?

Задание 2. По карте гидроизогипс (рисунок 9) определите:

а) уклон поверхности грунтовых вод, текущих от точки A к болоту и от точек B , B и G к руслу реки;

б) скорость движения воды на четырех рассмотренных направлениях;

в) время, необходимое для того, чтобы грунтовые воды, теку-

щие от точки *A*, достигли болота, а текущие от точек *B*, *B* и *Г*, — русла.

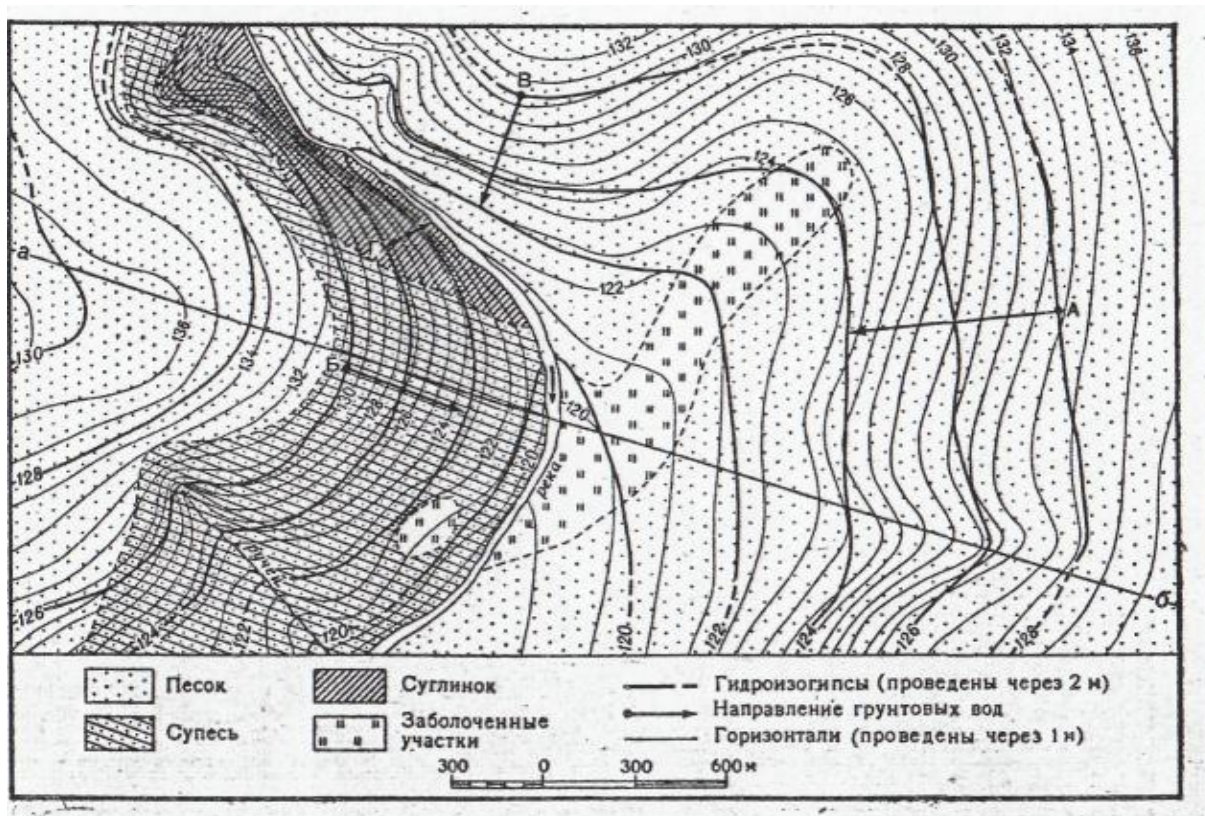


Рисунок 9 – Карта залегания грунтовых вод [3]

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 10 - 11 (4 ч) ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ЛЕДНИКОВ. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛЕДНИКОВ

Цель: сформировать представление о закономерностях размещения ледников, его основных характеристиках и методах их определения.

Оборудование: калька (10 x 10 см), палетка, простой карандаш, ластик, линейка, калькулятор, географический атлас.

Теоретическая часть [2; 3; 6]

Ледник – масса фирна и льда, образовавшаяся путем длительного накопления и преобразования твердых атмосферных осадков и обладающая собственным движением.

Снеговая граница – высотный уровень, выше которого накопление твердых атмосферных осадков преобладает над их таянием и испарением.

Различают:

- ▶ климатическую снеговую линию (теоретическая) — нижняя граница сохранения части выпадающих твёрдых осадков на горизонтальной незатенённой поверхности;
- ▶ уровень 365 — самый низкий высотный уровень, на котором снежный покров лежит круглый год;

- ▶ истинную снеговую линию (местная) — наивысшее положение снеговой линии в конце лета на реальной поверхности;
- ▶ сезонную снеговую линию (граница сезонного снега) — нижняя граница распространения снежного покрова в данный момент;
- ▶ орографическую снеговую линию — нижняя граница постоянных снежников.

Выше снеговой границы, где наблюдается положительный баланс снежно-ледовых накоплений, расположена *область питания (аккумуляции)* ледника, а ниже, где таяние преобладает над аккумуляцией – *область абляции (расхода)*. Если приход снежно-ледовых масс в области питания больше, чем их расход в области абляции, ледник наступает; если меньше – отступает; в случае равенства – ледник стабилен. Количественной характеристикой, позволяющей судить о типологии и динамике ледников, является *ледниковый коэффициент* (K_L), который представляет собой отношение площади области питания ледника (F_{Π}) к площади области абляции (F_a):

$$K_L = F_{\Pi}/F_a. \quad (19)$$

У современных долинных ледников значения K_L колеблются от 1 до 2, у каровых – от 0,5 до 1.

Количественными характеристиками, определяющими современную динамику ледника (увеличивает свою площадь или уменьшает), являются показатели интенсивности аккумуляции и абляции. Существуют различные вариации их расчета, наиболее упрощенные методики были предложены А.Н. Кренке и М.М. Корейшей.

Интенсивность аккумуляции рассчитывается по данным о твердых осадках.

$$C = Z_{\text{ТВ.ОС.}} \times k_{\text{СН.}}, \quad (20)$$

где C – интенсивность аккумуляции, $Z_{\text{ТВ.ОС.}}$ – сумма твердых осадков в мм, $k_{\text{СН.}}$ – коэффициент концентрации снега, зависящий от морфологического типа ледника. Согласно рекомендациям А.Н. Кренке (Кренке, 1982) в случае преобладания каровых ледников $k_{\text{СН.}}$ принят равным 1,6. Для долинных ледников принят коэффициент 1,4. На ледниковых куполах вулканов этот коэффициент уменьшается до 1,0 и менее.

Интенсивность абляции (мм/год) рассчитывается, исходя из средней летней температуры воздуха. Для связи абляции с летней температурой, предложена формула М.М. Корейшей (1991):

$$A = (T_{\text{л}} + 7)^3, \quad (21)$$

где A — абляция, мм/год; $T_{\text{л}}$ — средняя температура воздуха ($^{\circ}\text{C}$) над поверхностью льда за июнь, июль и август.

Соотношение прихода и расхода массы снега и льда на леднике за определенное время (за один год или несколько лет) *называется балансом массы ледника*.

При положительном балансе льда (когда образуется больше, чем тает) ледник начинает двигаться. Движение льда в ледниках — основной процесс переноса массы из области накопления в область расхода. Благодаря перемеще-

нию льда из первой области во вторую поддерживается относительное равновесие между ними, что и обеспечивает само существование ледника как единой ледниковой системы. Движение льда в ледниках осуществляется двумя основными способами:

- путем вязкопластического течения, обычно наблюдается в нижней части ледника;
- путем глыбового скольжения по ложу и внутриледниковым разрывам и сколам.

Темп перемещения ледника оценивается с помощью *скорости движения льда* ($V_{л}$), которая пропорциональна квадрату мощности ледника ($h_{л}$) и уклону его поверхности ($I_{л}$):

$$V_{л} = kh_{л}^2 I_{л}, \quad (22)$$

где k – размерный эмпирический коэффициент, равный для ледников Памира 0,015.

Данная формула рассчитывает скорость за сутки.

По скорости движения ледники делятся на три группы:

- 1) медленные или спокойные – V менее 100 м/год, их скорость мало меняется в течение года (большинство горных ледников);
- 2) быстрые – имеют постоянно высокую скорость – до 5-7 км/год (ледники Гренландии, Антарктиды, крупные горные ледники);
- 3) пульсирующие – обычно имеют небольшую скорость движения, но в отдельные периоды их скорость возрастает в разы (до 300 м/сутки).

На скорость течения льда в ледниках большое влияние оказывает их температурное состояние, так как при более высоких температурах лед легче деформируется. Теплые ледники движутся быстрее холодных. Выделяющееся при движении ледника тепло также ускоряет движение.

Задание 1. Проанализируйте табл.16., проведя необходимые вычисления и заполнив пустые ячейки в таблице (колонка 3).

Таблица 16 – Распределение оледенения по частям света [3]

Район	Площадь	
	млн км ²	%
Антарктида (с островами, но без плавучих шельфовых ледников)	12,52	
Гренландия	1,80	
Евразия	0,23	
Канадский Арктический архипелаг	0,15	
Северная Америка (без Гренландии и Канадского Арктического архипелага)	0,15	
Южная Америка (с Огненной Землей)	0,03	
Остальное	0,01	
Итого	14,89	

На контурную карту нанести области распространения современных ледников. Уметь их показывать на карте.

Покровное оледенение

1) Исландия, ледник Ванга-Йокуль: 8538 км²; 2) Шпицберген: 34854 км²; 3) Новая Земля (о. Северный): 23645 км²; 4) Земля Франца-Иосифа: 13735 км²; 5) Северная земля: 18325 км²; 6) Остров Аксель-Хейберг (Канадский Арктический архипелаг): 11734 км².

Горное оледенение

1) Большой Кавказ: 1424 км²; 2) Сунтар-Хаята: 202 км²; 3) Алтай: 1750 км²; 4) Тянь-Шань: 16507 км²; 5) Памир: 9750 км²; 6) Гиндукуш и Хиндурадж: 5900 км²; 7) Кунылунь: 11640 км²; 8) Каракорум: 15400 км²; 9) Гималаи: 33200 км²; 10) Южные Новозеландские Альпы: 782 км².

Задание 2. Постройте график высоты снеговой линии на разных широтах по данным таблицы 17. Объясните различие высотного положения снеговой линии по широтам.

Таблица 17 Высота снеговой линии [2; 3]

Широта, градусы	Высота снеговой линии	
	Северное полушарие	Южное полушарие
90	0	0
80	650	0
70	790	0
60	1150	0
50	2500	870
40	3170	1700
30	4900	3200
20	5250	5300
10	5475	5780
0	4675	4720

Ход работы

1 Высоту снеговой линии для северного и южного полушария покажите двумя кривыми, построенными в одной системе координат. На горизонтальной оси отложите географическую широту, на вертикальной – высоту снеговой линии. Масштаб горизонтальный: 1 см – 5°; вертикальный: 1 см – 500 м.

2 Письменно ответить на вопросы:

- каковы широтные закономерности в распространении высоты снеговой линии?

- каковы различия в высоте снеговой линии во внетропических широтах северного и южного полушарий? В чём их причина?

- почему в тропических широтах высота снеговой линии выше чем на экваторе?

Задание 3. Зная географические координаты ледника, вычислить высотное положение снеговой границы, нанести ее на план, рассчитать площади области питания (F_n), области абляции (F_a) и ледниковый коэффициент ($K_{л}$). На основании полученного коэффициента определить тип ледника (долинный, каровый).

Ход работы

1 Используя данные таблицы 17, определить высоту снеговой границы ледника Условный (рисунок 10), имеющего координаты 38° с.ш., 72° в.д.

- 2 Нанести на кальку план ледника и снеговую границу в виде пунктирной линии, перпендикулярной отрезку, соединяющему верхнюю и нижнюю точки распространения льда.
- 3 С помощью миллиметровки или палетки рассчитать общую площадь ледника, площади области питания (выше снеговой границы) и области абляции (ниже снеговой границы).
- 4 Подставив полученные значения в формулу (19), вычислить значение ледникового коэффициента. Определить тип ледника Условный.

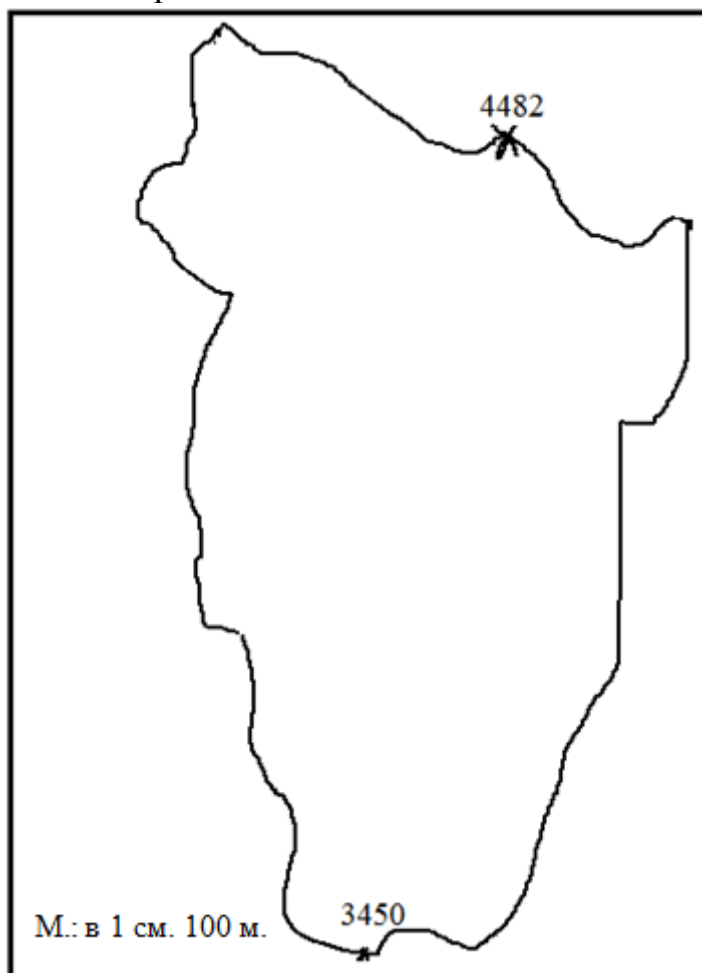


Рисунок 10 – Ледник Условный

Задание 4. Используя данные задания 3 и формулу (22), определить скорость движения льда.

Ход работы

- 1 Определить среднюю мощность (h) ледника с помощью уравнения

$$h = V/F, \quad (23)$$

где V – суммарный объем ледника ($0,075 \text{ км}^3$), F – его общая площадь.

- 2 Рассчитать уклон (I) поверхности ледника с помощью уравнения

$$I = (H_{\max} - H_{\min}) : L, \quad (24)$$

где $H_{\max} - H_{\min}$ – разность (м) верхней и нижней высотных отметок ледника, L – расстояние (м) между этими отметками.

- 3 Подставив в формулу (22) все необходимые параметры, вычислить скорость движения льда. Определить группу ледника по скорости.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 12 (2 ч) МИРОВОЙ ОКЕАН И ЕГО ЧАСТИ

Цель: сформировать знания о составных частях Мирового океана и их особенностях.

Оборудование: географический атлас, линейка, калькулятор.

Теоретическая часть [1]

Мировым океаном называется непрерывная водная оболочка земного шара, над которой выступают элементы суши (материки и острова) и которая обладает единством, т.е. взаимосвязанностью частей и общностью солевого состава.

Часть Мирового океана, расположенная между материками, обладающая большими размерами, самостоятельной системой циркуляции вод и атмосферы, существенными особенностями гидрологического режима, называется *океаном*.

Задание 1. По материалам таблицы 17 составить в тетради две круговые или столбиковые диаграммы структуры Мирового океана по площади и объему.

Таблица 17 – Основные морфометрические характеристики Мирового океана (по данным картометрической лаборатории ЛГУ, 1970) [1]

Океан	Площадь зеркала, тыс. км ²	Объем, тыс. км ³	Глубина, м	
			средняя	наибольшая
Атлантический	91655	330,1	3602	9218
Индийский	76175	284,6	3736	7455
Северный Ледовитый	14788	16,7	1131	5450
Тихий	178684	707,1	3957	11022
Мировой	361302	1338,5	3704	11022

Ход работы

- 1 Перевести площадные и объемные показатели из абсолютных единиц в проценты.
 - 2 Построить круговые или столбиковые диаграммы произвольного радиуса или длины, отложить на них сектора, соответствующие процентному составу каждого океана.
- * Следует помнить, что 100% площади или объема на круговой диаграмме соответствуют 360⁰, т.е. 1% – 3,6⁰.
- 3 Выделенные на диаграмме сектора заштриховать согласно самостоятельно разработанной легенде.

Задание 2. В океане выделяют моря, проливы и заливы. Используя учебную литературу, дайте определения:

- моря и их виды – [6, с. 346]
- пролив, залив, бухта, лиман – [6, с. 348].

Задание 3. На контурную карту нанести моря, заливы и проливы Атлантического, Тихого, Индийского, Северного Ледовитого океанов. Для морей цветом показать их тип (внутренние, окраинные и межостровные).

Северный Ледовитый океан. Моря: Баренцево, Баффина, Белое, Бофорта, Восточно-Сибирское, Гренландское, Карское, Лаптевых, Норвежское, Чукотское. *Заливы:* Гудзонов, Обская губа, Тазовская губа, Амудсена. *Проливы:* Мак-Клур, Вилькицкого, Горло Белого моря, Дмитрия Лаптева, Карские Ворота, Лонга, Санникова, Шокальского, Югорский Шар.

Атлантический океан. Моря: Азовское, Балтийское, Ирландское, Карибское, Мраморное, Саргассово, Северное, Средиземное, Уэдделла, Черное, Эгейское. *Заливы:* Бискайский, Ботнический, Венесуэльский, Гвинейский, Гондурасский, Ла-Плата, Мексиканский, Фанди, Святого Лаврентия, Финский. *Проливы:* Босфор, Гибралтарский, Гудзонов, Дарданеллы, Девисов, Дрейка, Датский, Ла-Манш, Па-де-Кале, Скагеррак, Флоридский.

Индийский океан. Моря: Андаманское, Аравийское, Арафурское, Красное, Тиморское. *Заливы:* Аденский, Бенгальский, Большой Австралийский, Карпентария, Персидский. *Проливы:* Баб-эль-Мандебский, Мозамбикский.

Тихий океан. Моря: Банда, Беллингсгаузена, Берингово, Восточно-Китайское, Желтое, Коралловое, Моллукское, Охотское, Росса, Сулу, Тасманово, Фиджи, Южно-Китайское, Яванское, Японское, Филиппинское. *Заливы:* Аляска, Анива, Анадырский, Калифорнийский, Панамский, Петра Великого, Сахалинский, Терпения, Теуантепек, Шелихова, Пенжинская губа, Сиамский. *Проливы:* Берингов, Зондский, Магелланов, Татарский, Корейский, Малаккский, Лаперуза, Кунаширский.

По карте и учебной литературе ответе на следующие вопросы.

- 1 Определите количество внутренних, окраинных и межостровных морей. Какие моря преобладают в Мировом океане в целом и каждом океане, в частности?
- 2 Для каждого океана определите самое глубокое и мелководное море; самое большое и маленькое по площади море.
- 3 Укажите самый крупный залив Мирового океана, самый широкий и самый длинный проливы.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 13 – 14 (4 ч) **ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ, СОЛЕННОСТИ В ГЛУБИНЕ МИРОВОГО ОКЕАНА. ТЕЧЕНИЯ В МИРОВОМ ОКЕАНЕ**

Цель: сформировать представления о типах распределения температуры и солености в глубине Мирового океана, круговороте течений.

Оборудование: географический атлас, линейка, контурная карта.

Теоретическая часть [1; 3; 6]

По изменению температуры воды с глубиной выделяется несколько типов распределения температур.

Экваториальный тип характеризуется самыми большими градиентами температуры по вертикали, особенно в поверхностном горизонте (перепады составляют 15-20°C в слое 200 м). Глубже 2000 м – близкие к гомотермии.

Изменения температуры в течение года невелики. Экваториальный тип распространён в обширной области северного и южного полушарий всех океанов.

Тропический тип. На поверхности наблюдается высокая температура— 25-26°C. Температура от поверхности в глубину падает медленнее, чем в экваториальном типе, т. е. вертикальный градиент меньше. С глубины 2000 м начинается гомотермия.

Субтропический тип близок к тропическому, но характеризуется более низкими температурами на поверхности (20°C). Изменения температуры с глубиной ещё меньше, чем в тропическом. Так, в слое 200 м падение составляет 5°C. С переходом к глубинным водам возникают условия, близкие к гомотермии.

Тип умеренных широт характеризуется небольшими градиентами температуры в верхнем слое (до глубины 200 м падение температуры всего на 2,5°C), относительно низкой температурой воды на поверхности (9-10°C), малыми градиентами в слое (600-1000 м) и гомотермией в глубоких водах.

Формирование умеренного типа происходит в связи с выносом тропических вод в более высокие широты (50-60° с. и ю. ш.) их охлаждением и интенсивным перемешиванием (в Северной Атлантике— до дна, в Тихом океане— до 1500 м).

Субполярный тип. Слабо стратифицированные воды. Наибольший прогрев поверхностных вод составляет 6-8°C, с глубиной 150-200 м существуют условия, близкие к гомотермии. Субполярный тип распространён в северной части Тихого и Атлантического океанов, а также в узкой полосе приантарктических вод всех океанах.

Полярный тип. Для него характерны низкие температуры на поверхности +1- +1,5°C, слабая стратификация водной массы. Подповерхностный минимум фиксируется на глубине 50-100 м и составляет 0,5-0,8°C за счёт подтока тёплых тропических вод. На глубине 150-500 м температура повышается до 1,8 °C, а к глубине 1000 м вновь снижается до 1,5°C и менее, затем близка к гомотермии. Полярный тип распространён вокруг Антарктиды, в Северном Ледовитом океане (Арктический бассейн, кроме Гренландского и Норвежского морей), в северо-западной части Атлантического и Тихого океанов.

Распределение солёности от поверхности до дна

Полярный тип. Изменение солёности с глубиной характеризуется сильным опреснением поверхностного слоя (50-100 м), увеличением солёности до глубины 300-500 м, малой изменчивостью ее с дальнейшим увеличением глубины.

Субполярный тип. Отличается от полярного меньшим опреснением, но большей глубиной (1000-1500 м) погружения поверхностных (более пресных) вод.

Умеренный тип. Солёность на поверхности —34,2-34,3 ‰, на глубине 150-400 м солёность повышается до 34,37 ‰ за счёт подтока тропических вод. Опреснённая прослойка— на глубине 600-1000 м.

Субтропический тип распространён к северу от северного тропика в северном полушарии, к югу от южного тропика в южном полушарии. Ход кривой солёности сходен с тропическим типом. Отличие – в меньшей разнице солёности поверхностных и глубинных вод. В этих же широтах имеет распространение *присредземноморский подтип*, который формируется в условиях поступления вод высокой солёности из Средиземного и Красного морей. Солёность на поверхности – 35,8-36,0 ‰. Высокосолёная прослойка этих вод расположена в Атлантическом океане на глубине 1000 м, в Индийском – на глубине 500 м.

Тропический тип характеризуется высокой солёностью на поверхности – 36,0-36,1 ‰, особенно в областях северных и южных тропиков. Минимум – на глубине 600-1000 м.

Экваториальный тип. Изменение солёности характеризуется большой сложностью и наличием трёх минимумов и двух максимумов.

Первый минимум у поверхности (34-34,4 -34,5 ‰) образуется за счёт превышения осадков над испарением.

Второй минимум – на глубине 600-1000 м (34,6-34,7 ‰).

Третий минимум – у дна.

Первый и главный максимум – на глубине 100-200 м. Второй максимум – на глубине 2000-2500 м выражен слабее, это воды нормальной океанической солёности (34,6-34,7 ‰).

Задание 1. По данным таблицы 18 построить графики распределения температуры и солёности в Баренцевом и Черном морях в летний период, объяснить их (определить тип по температуре и солёности, описать, как изменяются температура, солёность).

Таблица 18 – Данные о температуре (t , °C) и солёности (S , ‰) в Баренцевом и Черном морях на различной глубине (H , м)

	H	0	50	100	200	300	500	1000	2000
Баренцево	t	8,9	1,4	0,8	0,7	3,6	3,4	2,8	-
	S	32,5	33,4	33,4	33,4	33,8	34,0	34,4	-
Черное	t	22,5	15,0	8,6	8,8	8,7	8,9	9,0	9,0
	S	8,5	10,0	15,0	17,5	19,0	19,8	20,5	20,8

Задание 2. На контурную карту нанести течения, цветом показав их температурный тип (таблица 19). Уметь показывать течения на карте.

На примере Тихого или Атлантического океана в тетради зарисовать схему большого и малого круговорота течений в северном и южном полушариях.

Таблица 19 – Основные океанические течения

Название течения	Температурный тип	Скорость течения (см/сек)
1	2	3
Тихий океан		
Алеутское	Нейтральное	15
Аляскинское	Теплое	15
Антарктическое циркумполярное течение	Нейтральное	25-75

Восточно-Австралийское	Теплое	20
Калифорнийское	Холодное	12
Курило-Камчатское (Оясио)	Холодное	25
Курисио	Теплое	35
Межпассатное (или экваториальное) противотечение	Нейтральное	50-130
Перуанское	Холодное	10
Северное пассатное	Нейтральное	35
Северо-Тихоокеанское	Нейтральное	35
Южное пассатное	Нейтральное	95
Южно-Тихоокеанское	Нейтральное	5
Атлантический океан		
Антарктическое циркумполярное	Нейтральное	25-75
Межпассатное противотечение	Нейтральное	75
Северное пассатное	Нейтральное	25
Южное пассатное	Нейтральное	95
Бенгельское	Холодное	25
Бразильское	Теплое	25
Гвианское	Теплое	25
Гольфстрим	Теплое	75
Канарское	Холодное	50
Лабрадорское	Холодное	75
Северо-Атлантическое	Теплое	50
Фолклендское	Холодное	50
Южно-Алантическое	Нейтральное	65
Индийский океан		
Антарктическое циркумполярное	Нейтральное	25-75
Межпассатное противотечение	Нейтральное	25-75
Южное пассатное	Нейтральное	25-75
Агульясское (Игольного мыса)	Теплое	70
Западно-Австралийское	Холодное	70
Муссонное	Нейтральное	70
Сомалийское	Нейтральное	70
Мозамбикское	Теплое	70
Северный Ледовитый океан		
Восточно-Гренландское	Холодное	50
Западно-Гренландское	Теплое	50
Западно-Шпицбергенское	Теплое	50
Норвежское	Теплое	50

Список литературы

- 1 Беспалова Л.А., Цыганкова А.Е. Океанология: учебно-методическое пособие. – Ростов-н/Д. :Южный Федеральный ун-т, 2008. URL:<http://window.edu.ru/resource/298/70298/files/rsu682.pdf> (дата обращения 11.08.2016).
- 2 Кренке А. Н. и другие. Ледники и ледниковые системы: глава в монографии – М. : Росгидромет, 2012.URL:http://downloads.igse.ru/publications/metodi_ocenki/09.pdf (дата обращения: 11.06.2016).
- 3 Кузнецов А. Г. Задания для лабораторных работ по дисциплине «Общая гидрология». – Симферополь : Таврический нац. ун-т, 2003. – 34с.
- 4 Малыгин В.А, Кузьмина В. П. Геологи и гидрогеология. М. : Недра, 1977. – 237 с.
- 5 Мельникова Т. Н. Практикум по гидрологии:учебно-методическое пособие. –Майкоп: Изд-во АГУ, 2012. – 152 с.
- 6 Михайлов В. Н., Добровольский А. Д., Добролюбов С. А. Гидрология : учебник. – М.: Высшая школа, 2005. – 464 с.
- 7 Морина О.М., Дербенцева А.М., Морин В.А.Гидрология. –Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2013. – 370 с.
- 8 Озорина С. П. Учение о гидросфере и гидрогеология: учебное пособие – Петропавловск-Камчатский : КамчатТГУ, 2006. – 201 с.
- 9 Ресурсы поверхностных вод СССР. Т11. Средний Урал и Приуралье / под ред. Н.М. Алюшинской. Л.:Гидрометеиздат. 1973. –850 с.
- 10 Руководство по определению гидрографических характеристик картометрическим способом. URL:<http://docs.cntd.ru/document/1200077599> (дата обращения 22.06.2016).
- 11 Тарасов В.И. Гидросфера: учебное пособие. – Уссурийск: Уссурийский-госпединститут, 2004. URL:<http://uss.dvfu.ru/publications> (дата обращения 18.05.2016).
- 12 Уразметов И.А. Гидрология рек : учебное пособие. –Казань:ТГГПУ, 2007. – 95 с.
- 13 Гидрология: учебное пособие / сост. В. А. Михеев. – Ульяновск :УлГТУ, 2010. – 200 с.
- 14 Экологический энциклопедический словарь /сост.В. И. Данилов-Данильян, Ю. М. Арский, Р. И. Вяхирев, М. Ч. Залиханов, К. Я. Кондратьев, К. С. Лосев . – М. : Ноосфера, 2002 . – 930 с.

Абросимова Ирина Викторовна
Аршевская Ольга Владимировна

ГИДРОЛОГИЯ

Методические указания к выполнению лабораторных работ
для студентов направлений 05.03.02 «География» и
05.03.06 «Экология природопользования»

Редактор Г.В. Меньщикова

Подписано в печать 01.03.17	Формат 60x84 1/16	Бумага 65 г/м ²
Печать цифровая	Усл. печ.л.	Уч.-изд. л.
Заказ №24	Тираж 25	Не для продажи

БИЦ Курганского государственного университета.
640020, г. Курган, ул. Советская, 63/4.
Курганский государственный университет.