

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по выполнению практических работ
по дисциплине «ГИДРОЛОГИЯ»

Направление подготовки
Направленность (профиль)

05.03.02 - География
Территориальное планирование и устойчивое
развитие региона

Год начала обучения
Форма обучения

2026 год
Очная

Ставрополь 2026

Введение

«Гидрология» – фундаментальная дисциплина, которая знакомит студентов с системой основных научных знаний в области гидрологии и методов гидрологических исследований. Дисциплина дает представления об общих закономерностях и процессах происходящих в гидросфере. Является одной из базовых дисциплин в подготовке специалистов географического профиля.

Методические указания предназначены для студентов университета, обучающихся по направлению «05.03.02» – «География». Закрепление студентами положений теоретической части курса основано на представлениях об общих закономерностях процессов происходящих в гидросфере, взаимосвязи гидросферы с атмосферой, литосферой, биосферой, основных закономерностях географического распределения водных объектов разных типов: ледников, подземных вод, озер, водохранилищ, болот, океанов и морей.

Цель дисциплины: сформировать у студентов систему основных научных знаний и методов исследований в области гидрологии; дать представление о наиболее общих закономерностях процессов происходящих в гидросфере при ее взаимодействии с атмосферой, литосферой, биосферой и под влиянием хозяйственной деятельности; закрепить знания теоретической части курса и развить у студентов практические навыки самостоятельного изучения и описания гидрологических объектов. Знания и навыки, полученные студентами на лабораторных занятиях, в дальнейшем используются и углубляются на учебной практике.

Перечень осваиваемых компетенций:

Код	Формулировка
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области математических и естественных наук, знания фундаментальных разделов наук о Земле при выполнении работ географической направленности
ОПК-2	Способен применять теоретические знания о закономерностях и особенностях развития и взаимодействия природных, производственных и социальных территориальных систем при решении задач профессиональной деятельности.
ОПК-3	Способен применять базовые географические подходы и методы при проведении комплексных и отраслевых географических исследований на разных территориальных уровнях.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования
-------------------------------	------------------------------	--

		компетенций, индикаторов
ОПК-1 Способен применять базовые знания в области математических и естественных наук, знания фундаментальных разделов наук о Земле при выполнении работ географической направленности	1.1_Б-ОПК-1 Использует базовые знания фундаментальных разделов наук естественнонаучного и математического циклов в профессиональной деятельности	Оперирует базовыми знаниями в области фундаментальных разделов гидрологии в объеме, необходимом для проведения гидрологического обследования природных вод
	1.2_Б-ОПК-1 Использует базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле при выполнении работ географической направленности	Использует базовые знания фундаментальных разделов гидрологии при выполнении работ географической направленности
ОПК-2 Способен применять теоретические знания о закономерностях и особенностях развития и взаимодействия природных, производственных и социальных территориальных систем при решении задач профессиональной деятельности	2.1_Б-ОПК-2 Использует теоретические знания о закономерностях и особенностях развития природных и природно-антропогенных систем для решения профессиональных задач	Владеет необходимым объемом теоретических знаний о закономерностях и особенностях развития природных и природно-антропогенных систем, используемый для решения профессиональных задач
	2.2_Б-ОПК-2 Использует теоретические знания о закономерностях и особенностях территориальной организации общества, развития и взаимодействия производственных и социальных территориальных систем для решения профессиональных задач	Применяет теоретические знания о закономерностях и особенностях территориальной организации общества, развития и взаимодействия производственных и социальных территориальных систем при решении профессиональных задач
ОПК-3 Способен применять базовые географические подходы и методы при проведении комплексных и отраслевых географических исследований на разных территориальных уровнях	3.1_Б-ОПК-3 Использует знание базовых методов отраслевых и комплексных географических исследований	Использует базовые методы при организации и проведении отраслевых и комплексных географических исследований
	3.3_Б-ОПК-3 Применяет методы полевых исследований для сбора географической информации и данных	Оперирует методами полевых исследований для осуществления сбора географической данных и информации при проведении комплексных и отраслевых исследований

Наименование практических занятий

№	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов, ОФО
3 семестр		
1.	Химические и физические свойства природных вод	2/0
2.	Круговорот воды в природе и водные ресурсы Земли	4/0
3.	Гидрология океанов и морей	4/0
4.	Гидрология рек	10/0
5.	Гидрология озёр	4/0
6.	Гидрология болот	2/0
7.	Гидрология водохранилищ	4/0
8.	Гидрология подземных вод	2/0
9.	Гидрология ледников	2/0
10.	Водные экосистемы и антропогенное воздействие на природные водные экосистемы	2/0
ИТОГО за семестр		36
ИТОГО		36

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Тема 1. Химические и физические свойства природных вод

Цель: познакомить студентов с основными физическими и химическими свойствами воды; обеспечить понимание постоянства изменяющегося вещества природы, переходящего из одного состояния в другое в зависимости от условий среды.

Пособия и оборудование: калькулятор, цветные карандаши, чертежные принадлежности (циркуль, транспортир, линейка).

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Какие аномальные свойства присущи воде?
2. На чем основана растворяющая способность воды?
3. Каково строение молекулы воды?
4. В каких агрегатных состояниях может находиться вода в природе?
5. Какие факторы влияют на физическое состояние воды?

Понятийный аппарат: электрический диполь, гидроль, дигидроль, тригидроль, соленость, кислотность, жесткость, плотность воды, удельная теплоемкость воды, теплопроводность, молекулярная вязкость,

поверхностное натяжение, диэлектрическая проницаемость воды, фазовый переход, испарение, сублимация, конденсация, замерзание.

Задание 1. По данным таблицы 1 постройте круговые диаграммы процентного содержания молекул гидроля, дигидроля и тригидроля при разной температуре и разном состоянии вещества. Составьте письменный анализ построенных диаграмм.

Таблица 1. Процентное содержание молекул воды при разных t^0 и разном состоянии вещества

Состояние вещества	Лед		Вода	
Молекулы воды	$t^0\text{C}$		$t^0\text{C}$	
	- 3.8 ⁰	0 ⁰	4 ⁰	98 ⁰
H ₂ O	0	19%	20%	36%
(H ₂ O) ₂	41%	58%	59%	51%
(H ₂ O) ₃	59%	23%	21%	13%

Задание 2. Построить график зависимости температуры наибольшей плотности и температуры замерзания морской воды от её солёности по данным таблицы 2. Объяснить, как будет происходить процесс замерзания моря с солёностью воды больше и меньше 24,7 ‰.

Указания к выполнению задания

График строится в прямоугольной системе координат. На горизонтальной оси откладывается солёность на вертикальной оси – температура наибольшей плотности и температура замерзания. Масштаб горизонтальный в 1 см – 5‰, вертикальный – в 1 см – 0,5°C.

Таблица 2. Зависимость температуры наибольшей плотности и температуры замерзания морской воды от её солёности

Солёность (‰)	0	5	10	15	20	24,7	30	35	40
t^0 замерзания, °C	0	-0,3	-0,5	-0,8	-1,1	-1,3	-1,6	-1,9	-2,2
t^0 наибольшей плотности, °C	4	2,9	1,9	0,8	-0,3	-1,3	-2,5	-3,5	-4,5

Рекомендуемая литература

Основная

1. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д. Добролюбов С.А. Гидрология: Учебник для вузов – 2-е изд. испр. – М.: Высшая школа, 2008. – 463 с.

Дополнительная

1. Берникова Т. А. Гидрология с основами метеорологии и климатологии: Учебник. – М.: Моркнига, 2011. – 600 с.
2. Винников С.Д., Викторова Н.В. Физика вод суши: Учебник. – СПб.: РГГМУ, 2009. – 430с.

3. Всеволожский В.А. Основы гидрогеологии: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: МГУ, 2007. – 448 с.
4. Геология с основами гидрологии: Учебное пособие. – М.: КолосС, 2007. – 208 с.
5. Исмаилов Г.Х., Овачаров Е.Е., Прошляков И.В. Общая и инженерная гидрология: Учебник для вузов – М.: МГУП, 2011. – 656 с.
6. Никаноров А.М. Гидрохимия. – СПб: Гидрометеиздат, 2001. – 444 с.

Интернет ресурсы

1. Географический портал, раздел Гидросфера. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.geo-site.ru>.
2. Министерство природных ресурсов РФ, Федеральное агентство водных ресурсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.waterinfo.ru>.
3. Научно информационный журнал Биофайл – раздел География. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://biofile.ru /](http://biofile.ru/).
4. Фонд знаний Ломоносов – категория Науки о земле – Воды суши. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.lomonosov-fund.ru /](http://www.lomonosov-fund.ru/).

Тема 2. Круговорот воды в природе и водные ресурсы Земли

Цель занятия: познакомить студентов с распространением природных вод на Земном шаре; дать представление о наиболее общих закономерностях процессов происходящих в гидросфере; показать взаимосвязь гидросферы с атмосферой, литосферой, биосферой.

Пособия и оборудование: Географический атлас учителя, контурная карта Мира, настенная карта Мира, калькулятор, цветные карандаши, чертежные принадлежности (циркуль, транспортир, линейка).

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Какие факторы приводят воду земного шара в движение?
2. Что такое глобальный круговорот воды в природе? Какие звенья в нем выделяют?
3. Как осуществляется движение воды в океаническом звене круговорота?
4. Как осуществляется движение воды в материковом звене круговорота?
5. Что называется внутриматериковым влагооборотом, как он происходит?

Понятийный аппарат: гидросфера, водные объекты, водотоки, водоемы, особые водные объекты, круговорот воды, область внешнего стока, область внутреннего стока, внутриматериковый влагооборот, водные ресурсы.

Задание 1. Познакомиться с распространением природных вод на земном шаре, используя данные таблицы 3. Найти доли вод суши, атмосферы

и Мирового океана от общемировых запасов воды, а также долю подземных и поверхностных вод от вод суши. Используя полученные данные построить круговые диаграммы и сделать письменный анализ.

Таблица 3. Распространение природных вод на земном шаре

Воды	Площадь распространения, км ²	Объем, км ³	Доля от общих мировых запасов воды, %
Мировой океан	361 300 000	1 338 500 000	96, 53
Ледники и снега	16 227 500	24 064 100	1,74
Подземные воды (гравитационные и капиллярные)	134 800 000	23 400 000	1,69
Подземные воды (льды) в зоне вечной мерзлоты	2 10 000	300 000	0,0 22
Почвенная влага	82 000 000	16 500	0,001
Озера	2 058 7000	176 400	0,013
Болота	2 682 000	11 470	0,0008
Реки	148 800 000	2 120	0,0002
Биологическая вода	510000000	1 120	0,0001
Вода в атмосфере	510000000	12 900	0,001

Задание 2. Нарисовать схему Мирового влагооборота (рис. 1) и указать на ней цифровые данные основных составляющих водного баланса земного шара, приведенные в таблице 4.

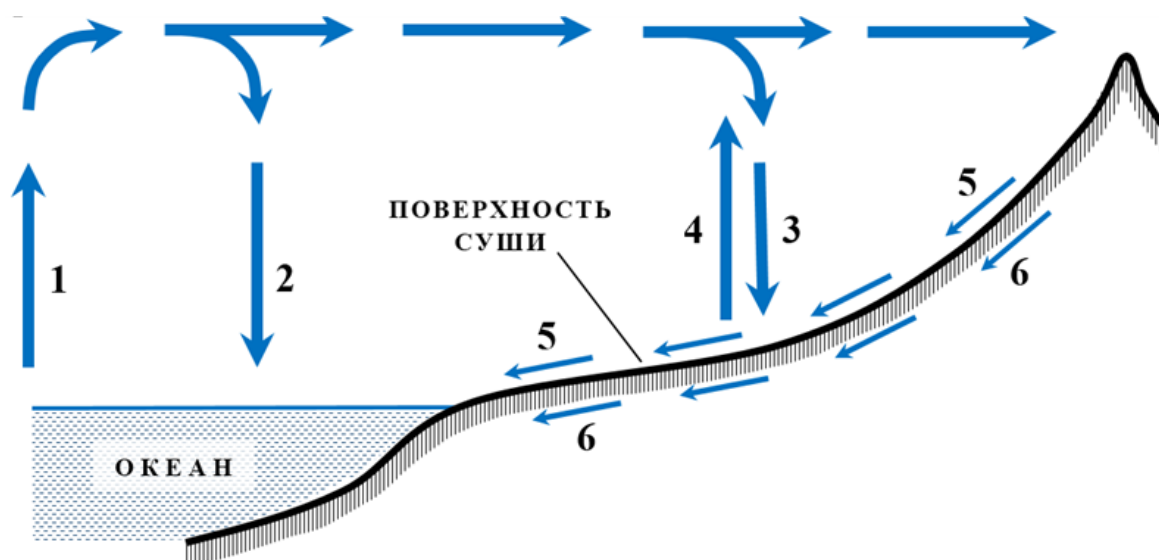


Рисунок 1. Влагооборот воды в природе

Условные обозначения:

1 – испарение с поверхности океана, 2 – выпадение осадков на поверхность океана, 3 – выпадение осадков на поверхность суши, 4 – испарение с поверхности суши, 5 – речной сток в океан, 6 – подземный сток в океан;

Таблица 4. Основные составляющие водного баланса Земли

Территория	Площадь, тыс. км ²	Осадки тыс. км ³	Сток суши (поверхностный и подземный), тыс. км ³	Испарение, тыс. км ³
Суша	149 000	119	47	72
Мировой океан	361 000	458	47	506
Земной шар	510 000	577	-	577

Задание 3. Нанести на контурную карту Мира главный водораздел земного шара и наиболее обширные области внутреннего стока.

Указания к выполнению задания

На контурной карте главный водораздел земного шара провести пунктирной линией синего цвета, а области внутреннего стока пунктирной линией красного цвета.

Главный водораздел проходит от мыса Горн через Анды в Южной Америке, по Скалистым горам в Северной Америке, к Берингову проливу через Чукотское нагорье, Анадырское плоскогорье, Колымское нагорье, по хребтам Сунтар Хаята и Джугджур, по хребтам Забайкалья, Восточному и Западному Саянам, Алтаю, Казахскому мелкосопочнику, Уралу, Восточно-Европейской равнине, Кавказу, затем продолжается вдоль восточной окраины Африки, через Эфиопское нагорье, Восточно-Африканское плоскогорье, пустыню Калахари, Драконовы горы.

К наиболее обширным областям внутреннего стока (бессточным областям) относятся: в Европе – водосборный бассейн Каспийского моря; в Азии – обширная Туранская низменность, включающая водосборные бассейны Аральского моря и оз. Балхаш, пустыни Алашань, Гоби, Такла-Макан, часть Аравийского полуострова и др.; в Африке – пустыни Сахара, Ливийская, Нубийская, Калахари, водосборы озёр Чад, Рудольф и др.; в Северной Америке – пустыня Большого бассейна, включая район Большого солёного озера; в Южной Америке – водосборы озёр Титикака и Поопо, пустынные плато Патагонии и др.; в Австралии – западная и центральная части материка (более 50 % всей площади).

Рекомендуемая литература

Основная

1. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д. Добролюбов С.А. Гидрология: Учебник для вузов – 2-е изд. испр. – М.: Высшая школа, 2008. – 463 с.

Дополнительная

1. Берникова Т. А. Гидрология с основами метеорологии и климатологии: Учебник. – М.: Моркнига, 2011. – 600 с.
2. Виноградов Ю. Б., Виноградова Т. А. Современные проблемы гидрологии: Учебное пособие. – М.: Академия, 2008. – 320 с.

3. Иофин З.К. Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли. – Вологда: ВоГТУ, 2009. – 210 с.
4. Исмаилов Г.Х., Овачаров Е.Е., Прошляков И.В. – Общая и инженерная гидрология: Учебник для вузов. – М.: МГУП, 2011. – 656 с.
5. Савцова Т.М. Общее землеведение: Учеб. Пособие для студ. Высш. пед. учеб. заведений. – М.: Академия, 2008. – 416 с.

Интернет ресурсы

1. Географический портал, раздел Гидросфера. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.geo-site.ru>.
2. Министерство природных ресурсов РФ, Федеральное агентство водных ресурсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.waterinfo.ru>.
3. Научно информационный журнал Биофайл – раздел География. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://biofile.ru /](http://biofile.ru/).
4. Фонд знаний Ломоносов – категория Науки о земле – Воды суши. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.lomonosov-fund.ru /](http://www.lomonosov-fund.ru/).

Тема 3. Гидрология океанов и морей

Цель занятия: изучить особенности гидрологии океанов и морей; закрепить теоретические представления о закономерностях изменения температуры, солености и плотности вод океана в зависимости от географической широты и глубины; познакомить студентов со схемой течений Мирового океана.

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Что такое Мировой океан? Какие части в нем выделяют?
2. От каких факторов зависит температура воды?
3. Что такое соленость морской воды, в каких единицах она измеряется?
4. Что такое плотность воды, в каких единицах она измеряется?
5. Что называется морским течением?
6. Как классифицируются морские течения?
7. Перечислить основные причины, вызывающие морские течения.

Понятийный аппарат: Мировой океан, океан, море, залив, бухта, лиман, лагуна, губа, фиорд, пролив, гайоты, соленость морской воды, изогалины, апвеллинг, ледяные иглы, снежура, ледяное сало, блинчатый лед, нилас, склянка, шуга, внутриводный лед, донный лед, однолетний (годовалый) лед, заберег, береговой припай, плавучие льды, паковый лед, торосы, водная масса, продуктивность, волнение, сейши, цунами, прилив, течение, уровень моря, нектон, планктон, бентос.

Задание 1. Дать анализ карт: А) температуры поверхностных вод океанов; Б) солености поверхностных вод океанов; В) плотности поверхностных вод океанов.

Указания к выполнению задания

А) Анализируя температуру поверхностных вод Мирового океана, следует использовать ФГАМ (с. 44-45). При составлении анализа необходимо ответить на поставленные вопросы:

1. Какова температура поверхностных вод океанов в приэкваториальных, тропических, умеренных и приполярных широтах?
2. Какие районы Мирового океана имеют наиболее высокие и наиболее низкие температуры поверхностных вод? Объясните причины выявленных закономерностей.
3. На каких широтах наблюдается наиболее резкое изменение температур поверхностных вод по меридиану?
4. Существуют ли различия в нагреве поверхностных вод океанов на одних и тех же широтах Северного и Южного полушарий? В чем они заключаются и чем объясняются?

Б) При анализе солености поверхностных вод океана необходимо использовать ФГАМ (с. 46-47). При составлении анализа необходимо ответить на поставленные вопросы и заполнить таблицу 5:

1. Какова соленость поверхностных вод океанов в приэкваториальных тропических, умеренных и приполярных широтах?
2. Какие районы Мирового океана имеют наибольшую и наименьшую соленость поверхностных вод? Почему?
3. Сопоставьте карты солености поверхностных вод океана с картами годовых сумм осадков и испарением (ФГАМ, с. 22, 42-43) и объясните взаимосвязь между соленостью поверхностных вод океанов и балансом пресной влаги.
4. На примере северной части Атлантического океана выявить влияние морских течений на распределение солености поверхностных вод.

Таблица 5. Основные характеристики для анализа солености воды по широтам

Широта	Средняя соленость поверхностных вод, ‰	Годовая сумма осадков, мм	Годовое испарение, мм	Баланс пресной влаги, мм

В) При анализе плотности поверхностных вод океана необходимо использовать ФГАМ (с. 48-49) и ответить на поставленные вопросы:

1. Какова плотность поверхностных вод океанов в приэкваториальных, тропических, умеренных и приполярных широтах?
2. В каких районах Мирового океана поверхностные воды имеют наибольшую и наименьшую плотность? Почему?
3. Какое влияние на плотность поверхностных вод оказывают морские течения?

Указания к выполнению задания

При выполнении задания следует использовать ФГАМ (с.50, 51), Географический атлас учителя (с. 28, 29, 30-31), таблицу приложения 1. Морские течения показываются стрелками (красного цвета – теплые течения, синего цвета – холодные течения, и зеленого цвета – нейтральные). Направление течений чаще всего не прямолинейно, а на разных участках меняется в определенных пределах. В таблице 1 приложения направление течений указывается в интервале между румбами, по которым оно изменяется. Например, указанное в таблице направление течения ЮЗ-З означает, что течение изменяет свое направление на определенном участке с юго-западного до западного.

Примечание: при описании данной схемы необходимо использовать учебник Михайлова В.Н., Добровольского А.Д., Добролюбова С.А. Гидрология. М.: Высшая школа, 2008. (с.413).



11

1. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д. Добролюбов С.А. Гидрология: Учебник для вузов – 2-е изд. испр. – М.: Высшая школа, 2008. – 463 с.

Дополнительная

1. Бузин И.В. Горбунов Ю.А. Зубакин Г.К. Ледяные образования морей Западной Арктики. – М.: Аании, 2006. – 320 с.
2. Еловичева Я.К. Пирожник И.И. Рылюк Г.Я. География Мирового океана: Учебное пособие для студентов вузов. – М.: ТетраСистемс., 2009. – 320 с.
3. Иванов В.А. Показеев К.В. Шрейдер А.А. Основы океанологии: Учебное пособие для вузов. – Основы океанологии: Учебное пособие для вузов. – М.: Лань, 2008. – 576 с.
4. Можетта А. Большой атлас морей и океанов. – М.: БММ АО, 2005. – 184 с.

Интернет ресурсы

1. Географический портал, раздел Гидросфера – Мировой океан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.geo-site.ru>.
2. Министерство природных ресурсов РФ, Федеральное агентство водных ресурсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.waterinfo.ru>.
3. Научно информационный журнал Биофайл – раздел География. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://biofile.ru /](http://biofile.ru/).
4. Фонд знаний Ломоносов – категория Науки о земле – Воды суши. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.lomonosov-fund.ru /](http://www.lomonosov-fund.ru/).

Тема 4. Морфометрические измерения рек и речных бассейнов

Цель: познакомить студентов со способами морфологических измерений рек, научить определять некоторые морфологические характеристики реки и речного бассейна, строить гидрографическую схему речной системы и продольный профиль реки, а также давать комплексную характеристику бассейна реки.

Пособия и оборудование: Географический атлас учителя, Географический атлас России, курвиметр, нитки, миллиметровая бумага, калька, палетка, чертежные принадлежности (циркуль-измеритель, линейка).

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Что называется рекой?
2. Какие морфологические характеристики реки Вы знаете?
3. Что называется речной системой?
4. Что называется бассейном реки?
5. Что такое исток реки?
6. Что такое устье реки, назовите основные типы устьев?
7. Какие типы рек по характеру течения Вы знаете?
8. Назовите основные типы продольных профилей рек. Для каких рек они характерны?

Понятийный аппарат: река, исток, устье, дельта, эстуарий, лиман, длина реки, коэффициент извилистости реки, падение реки, уклон реки, долина реки, русло реки, пойма реки, продольный профиль реки, бассейн реки, водосбор реки, водораздел, гидрографическая сеть, русловая сеть, речная сеть, протяженность речной сети, густота речной сети.

Задание 1. Определить длину реки Кумы и коэффициент её извилистости.

Указания к выполнению задания

Длина реки (L) – расстояние вдоль русла между истоком и устьем реки.

Определение длины реки производится по гипсометрической карте, его можно выполнить тремя способами: с помощью циркуля-измерителя, смоченной нитки или курвиметра.

При измерениях с помощью циркуля-измерителя раствор циркуля должен иметь фиксированную величину (**n**), не превышающую 2-3 мм. «Шагая» циркулем-измерителем необходимо как можно более точно повторять все изгибы реки, подсчитывая количество измерений (**a**). Длина реки измеряется 2 раза от истока к устью и в обратном направлении. Расхождение между первым и вторым измерением не должно превышать 2%. Длина реки вычисляется по формуле:

$$L=an$$

L – длина реки, n – раствор циркуля, a – число измерений.

Полученное значение переводится в масштаб карты и выражается в километрах. За окончательное значение длины принимается среднее из двух измерений.

При измерениях с помощью смоченной нитки, она аккуратно укладывается по длине реки, повторяя все изгибы. Затем длина нитки измеряется линейкой, полученное значение переводится в масштаб карты. Измерения также производятся 2 раза. За окончательное значение длины принимается среднее из двух измерений.

Аналогично проводится измерение с помощью курвиметра, зубчатое колесико которого следует за всеми изгибами реки.

Из полученных разными способами трех значений берется среднее.

Следует помнить, что даже самое точное определение длины реки указанными выше способами не дает истинной длины реки, поскольку за счет генерализации на карте она получается уменьшенной по сравнению с истинной длиной на 20-30%.

Коэффициент извилистости реки (K) – отношение длины реки к кратчайшему расстоянию между истоком и устьем. Коэффициент извилистости реки определяется по формуле:

$$K= \frac{L}{l}$$

K – коэффициент извилистости, L – длина реки, l – кратчайшее расстояние между истоком и устьем реки.

Кратчайшее расстояние между истоком и устьем измеряют по прямой линии с помощью линейки и масштаба.

Задание 2. Измерить площадь бассейна р. Кумы, его длину, среднюю и наибольшую ширину.

Указания к выполнению задания

Бассейн реки – часть земной поверхности, включающая данную речную систему и ограниченная водоразделом.

Площадь бассейна реки (F) измеряют с помощью палетки. Палетка представляет собой кальку расчерченную на равновеликие квадраты, цена деления которых 1×1 см. Бассейн реки с карты переснимают на кальку. Границей бассейна является водораздельная линия, ее аккуратно простым карандашом проводят на карте, а затем переснимают на кальку.

Палетка накладывается на схему бассейна и подсчитывается число полных клеток палетки, расположенных в пределах водораздельной линии, затем подсчитывается число неполных клеток палетки, их количество делится на 2, после чего суммируется с числом полных клеток. Полученная величина возводится в квадрат масштаба карты. Площадь бассейна измеряется в квадратных километрах.

Длина бассейна ($L_{\text{бас}}$) – расстояние по прямой от устья реки до наиболее удаленной точки на линии водораздела.

Длина бассейна измеряется с помощью линейки на карте по прямой линии, не выходящей за границы бассейна. Измеренная величина в сантиметрах переводится в масштаб карты в километры.

Средняя ширина бассейна ($V_{\text{ср}}$) – отношение площади бассейна ($F_{\text{бас}}$) к длине бассейна ($L_{\text{бас}}$).

Средняя ширина бассейна определяется по формуле:

$$V_{\text{ср}} = \frac{F_{\text{бас}}}{L_{\text{бас}}}$$

$V_{\text{ср}}$ – средняя ширина бассейна, $F_{\text{бас}}$ – площадь бассейна, $L_{\text{бас}}$ – длина бассейна.

Наибольшая ширина бассейна ($V_{\text{мах}}$) – это наибольший перпендикуляр к длине бассейна.

Наибольшая ширина бассейна измеряется с помощью линейки на карте по прямой линии, перпендикулярной к длине бассейна. Измеренная величина в сантиметрах переводится в масштаб карты в километры.

Задание 3. Определить густоту речной сети бассейна р. Кумы.

Указания к выполнению задания

Густота речной сети – есть отношение длины всех рек бассейна к его площади. Густота речной сети показывает протяженность гидрографической сети на 1 км^2 площади бассейна, определяется по формуле:

$$D = \frac{L}{F}$$

D – густота речной сети, L – длина всех рек бассейна, $F_{\text{бас}}$ – площадь бассейна.

Длина всех рек бассейна складывается из длин главной реки и ее притоков. В список рек бассейна обычно включают водотоки длиной 10 км и более. Реки в списке помещаются в следующем порядке: главная река, ее верхний приток, первый верхний приток этого притока и т.д. Рядом с названием водотока указывается его длина в километрах.

Задание 4. Построить гидрографическую схему речной системы реки Кумы.

Указания к выполнению задания

Для того чтобы построить гидрографическую схему речной системы, необходимо составить таблицу, в которую следует занести данные измерений по карте (см. таблицу 6).

Таблица 6. Данные измерений по карте

Название притока	Длина притока, км		Расстояние от устья главной реки до впадения притока, км	Расстояние от истока главной реки до впадения притока, км
	Левого	Правого		

Из последних двух граф заполняют только ту, которая требует меньше измерений: если притоки, впадающие в главную реку, ближе к устью главной реки, измеряют расстояние от устья главной реки до впадения притока; если приток впадает в главную реку в верхнем течении, то измеряют расстояние от истока главной реки до впадения притока.

Схему строят в определенном масштабе, исходя из конкретных данных измерений на карте. Главную реку обозначают в виде прямой горизонтальной линии, длина которой соответствует длине реки в определенном масштабе. Притоки обозначают в виде прямых линий, проведенных к линии главной реки под углом 45^0 , их длина, а также расстояние их устья от устья или истока главной реки откладывают в масштабе (рис. 3).

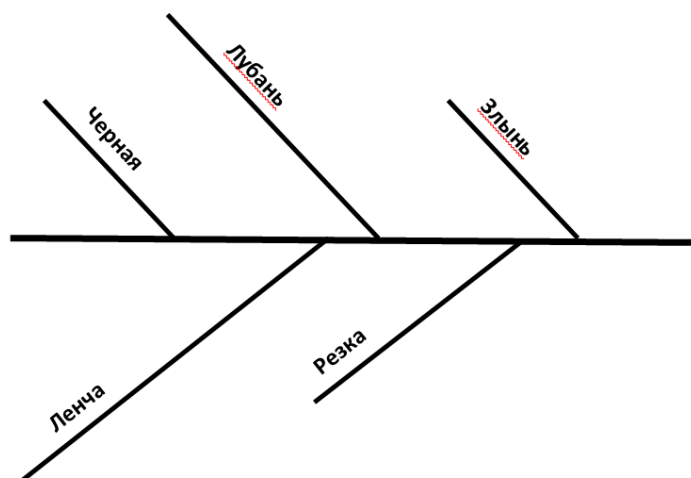


Рисунок 3. Гидрографическая схема речной системы

Задание 5. Построить продольный профиль р. Кумы от истока до устья. Выделить на профиле участки верхнего, среднего и нижнего течений.

Указания к выполнению задания

Продольный профиль реки – это график изменения отметок дна и водной поверхности вдоль русла.

Для построения продольного профиля реки делают ряд измерений на карте и производят вычисления, результаты которых заносят в таблицу (табл. 7).

Таблица 7. Необходимые измерения для построения продольного профиля реки

Длина отрезка русла, км	Высота над уровнем моря, м	Падение реки на данном отрезке, м	Уклон реки на данном отрезке

Для заполнения первых двух граф таблицы производят измерения на карте. Начиная от истока, с помощью циркуля-измерителя измеряют длину реки от одной точки до другой, отмечая абсолютную высоту реки в данных точках, повторяют измерения до устья.

Затем строят продольный профиль реки на миллиметровой бумаге (рис.4). На горизонтальной оси откладывают расстояние между отрезками русла, на вертикальной – высоту места. Масштаб выбрать самостоятельно, причем для вертикальной и горизонтальной оси он может быть свой.

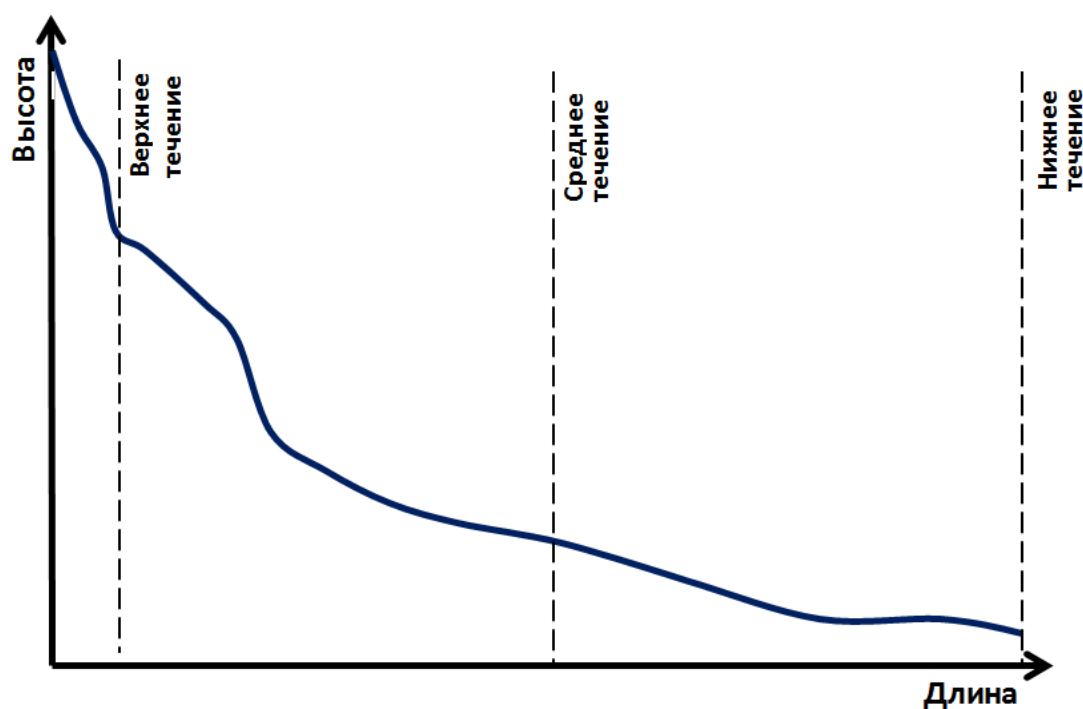


Рисунок 4. Продольный профиль реки

Для заполнения двух последних граф таблицы вычисляют падение и уклон реки на всех ее участках. В заключение определяют общее падение и уклон.

Общее падение реки ($h_{\text{общ}}$) – это превышение истока над устьем.

Частное падение реки (h) – это превышение какой-либо точки русла реки над другой точкой, лежащей ниже по течению.

Общий уклон реки ($i_{\text{общ}}$) – это отношение падения реки к ее длине.

Частный уклон реки – это отношение падения участка реки к длине этого участка. Уклон реки определяется по формуле:

$$i = \frac{h}{L}$$

i – уклон реки, h – падение, L – длина реки.

Задание 6. Дать краткий анализ продольного профиля реки Кумы.

Указания к выполнению задания

Анализ выполняется по следующему плану:

1. Указать абсолютные отметки высот истока и устья реки.
2. Указать частные падение и уклон реки для различных участков: верхнего, среднего и нижнего течения.
3. Указать морфологический тип (прямолинейный, выпуклый, плавновогнутый, ступенчатый) реки профиля; на каком участке течение реки более быстрое, более медленное.
4. Сделать вывод о типе реки по характеру течения (равнинный горный).

Рекомендуемая литература

Основная

1. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д. Добролюбов С.А. Гидрология: Учебник для вузов – 2-е изд. испр. – М.: Высшая школа, 2008. – 463 с.

Дополнительная

1. Виноградов Ю. Б., Виноградова Т. А. Современные проблемы гидрологии: Учебное пособие. – М.: Академия, 2008. – 320 с.
2. Михайлов В.Н. Гидрология устьев рек. – М.: Высшая школа, 2007. – 176 с.
3. Шикломанов И.А. Водные ресурсы России и их использование. – СПб. : Гос. гидрол. ин-т, 2008. – 600 с.
4. Эдельштейн К.К. Гидрология материков: Учебное пособие для студентов вузов. – М.: Академия, 2005 – 303 с.

Интернет ресурсы

1. Географический портал, раздел Гидросфера – воды суши. Реки. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.geo-site.ru>.
2. Информационный сайт о реках России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vsereki.ru/>.
3. Министерство природных ресурсов РФ, Федеральное агентство водных ресурсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.waterinfo.ru>.
4. Фонд знаний Ломоносов – категория Науки о земле – Воды суши. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lomonosov-fund.ru/>

Тема 5. Типы водного режима рек

Цель: познакомить студентов с принципами классификации рек земного шара М.И. Львовича; научить определять тип водного режима рек, пользуясь картографическими и статистическими материалами; научить строить и анализировать гидрограф реки.

Пособия и оборудование: ФГАМ (с.58-59), Географический атлас учителя, таблица «Типы водного режима» (по М.И.Львовичу), миллиметровая бумага, калькулятор, чертежные принадлежности.

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Что называется водным режимом реки?
2. Основные фазы водного режима рек.
3. Классификация рек по водному режиму.
4. Какие источники питания рек Вы знаете?
5. В чем заключаются различия между понятиями «водность» и «водоносность» реки?

Понятийный аппарат: водный режим реки, водность, водоносность, фазы водного режима реки, половодье, паводок, межень, термический режим реки, ледовый режим реки, наледь, затор, зажор, закраины, подвижки.

Задание 1. На основании данных по сезонному распределению стока и источников питания (табл. 8) определить тип водного режима рек по грациям М.И. Львовича. Пользуясь картой типов водного режима рек М.И.Львовича (ФГАМ, с.58-59) определить к какому зональному типу принадлежит каждая река (полярному **G-E**, субарктическому **Sx-E**, умеренному **Sx-Py**, **rx-py**, **Rx-Ey**, субтропическому **Rx-hy**, тропическому **R-Ey** или экваториальному **R-ay**) и указать местоположение данных рек на земном шаре.

Таблица 8. Характеристика зональных типов рек земного шара

№ п/п	Питание				Распределение стока по сезонам, %				По грациям Львовича		тип водного режима (индексы)
	подземное	снеговое	дождевое	ледниковое	весна	лето	осень	зима	источники питания	сезонное распределение стока	
1	12	58	30	0	2	84	11	3			
2	0	0	0	100	0	100	0	0			
3	12	0	88	0	20	60	13	7			
4	31	25	44	0	40	29	12	19			

5	19	0	81	0	9	31	49	11			
6	5	26	69	0	19	53	27	1			
7	26	23	51	0	40	10	7	43			
8	25	57	18	0	53	25	16	6			

Задание 2. По данным таблицы 9 построить гидрограф реки Сосновки, расчленить его по видам питания, определить величину снегового, дождевого и грунтового питания и преимущественный тип питания.

Таблица 9. Среднедекадные расходы и температура воздуха реки Сосновка

Дата	Q, м ³ /с	t, °C	Дата	Q, м ³ /с	t, °C
5.01	45	0	5.07	20	+8
15.01	46	-2	15.07	15	+9
25.01	30	-5	25.07	20	+9
5.02	18	-2	5.08	35	+9
15.02	15	0	15.08	20	+8
25.02	15	0	25.08	40	+10
5.03	170	+6	5.09	60	+9
15.03	150	+3	15.09	40	+8
25.03	165	+5	25.09	30	+6
5.04	100	+4	5.10	35	+2
15.04	70	+3	15.10	37	+2
25.04	100	+8	25.10	30	+1
5.05	70	+7	5.11	25	0
15.05	50	+7	15.11	27	-1
25.05	30	+6	25.11	40	-2
5.06	25	+6	5.12	32	-3
15.06	42	+7	15.12	25	-6
25.06	20	+8	25.12	15	-6

Указания к выполнению задания

По данным таблицы 9 и в соответствии с масштабами построить на миллиметровке график изменения расходов в течение года. На вертикальной оси отложить значения расхода, на горизонтальной – месяцы, разделенные на декады. Масштаб вертикальный 1 см – 10 м³/с, горизонтальный 1 см – 1 месяц.

Расчленить 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 (рис.5). Ближе к лету его доля увеличивается, а количество снеговых вод уменьшается, и к концу мая они иссякают. Поэтому справа и слева от точки с нулевым питанием грунтовых вод 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 графика с различным питанием заштриховать согласно условным знакам легенды.

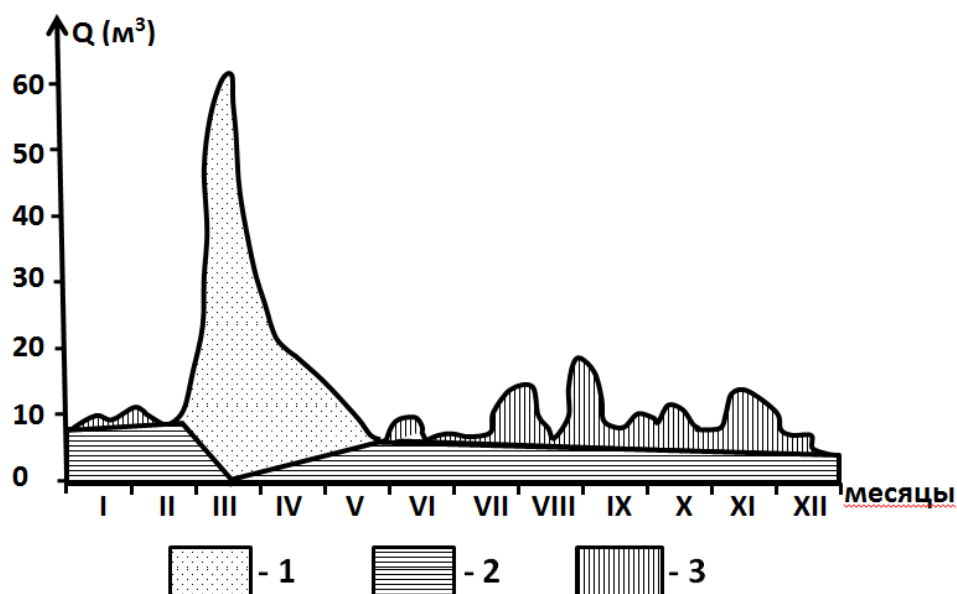


Рисунок 5. Гидрограф реки с весенним половодьем

Условные обозначения:

1 – снеговое питание, 2 – грунтовое питание, 3 – дождевое питание.

Подсчитать количество см^2 , приходящихся на каждый вид питания. Для удобства полученные результаты занести в таблицу 10.

Таблица 10. 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 см^2 в единицах объема (м^3).

Для этого 1 см вертикального масштаба (например, 10 $\text{м}^3/\text{с}$) надо умножить на 1 см горизонтального (например, 2 декады, т.е. 20 сут).

Тогда, $1 \text{ см}^2 = 10 \text{ м}^3/\text{с} \cdot 20 \text{ сут}$.

20 суток переводим в секунды: 1 сут = 24ч; 1ч = 3600 с; 1 сут = 3600 с $\times$ 24 ч = 86400 с.

Подставляем, $1 \text{ см}^2 = 10 \text{ м}^3/\text{с} (20 \text{ сут} \times 86400\text{с}) = 17280000 = 17,28 \cdot 10^6 \text{ м}^3$.

Перемножив данные колонок 2 и 3 таблицы 8, рассчитать объемы стока снегового, дождевого и грунтового питания. Затем полученные величины переводим в проценты, результаты вписываем в колонку 5.

Используя классификацию М.И. Львовича, проанализировать процентное соотношение разных видов питания и определить преимущественный тип питания.

Рекомендуемая литература

Основная

1. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д., Добролюбов С.А. Гидрология: Учебник для вузов – 2-е изд. испр. – М.: Высшая школа, 2008. – 463 с.

Дополнительная

1. Виноградов Ю. Б., Виноградова Т. А. Современные проблемы гидрологии: Учебное пособие. – М.: Академия, 2008. – 320 с.
2. Михайлов В.Н. Гидрология устьев рек. – М.: Высшая школа, 2007. – 176 с.
3. Савцова Т.М. Общее землеведение: Учеб. Пособие для студ. Высш. пед. учеб. заведений. – М.: Академия, 2008. – 416 с.
4. Шикломанов И.А. Водные ресурсы России и их использование. – СПб. : Гос. гидрол. ин-т, 2008. – 600 с.
5. Эдельштейн К.К. Гидрология материков: Учебное пособие для студентов вузов. – М.: Академия, 2005 – 303 с.

Интернет ресурсы

1. Географический портал, раздел Гидросфера – воды суши. Реки. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.geo-site.ru>.
2. Информационный сайт о реках России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vsereki.ru/>.
3. Министерство природных ресурсов РФ, Федеральное агентство водных ресурсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.waterinfo.ru>.
4. Научно информационный журнал Биофайл – раздел География. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://biofile.ru /](http://biofile.ru/).
5. Фонд знаний Ломоносов – категория Науки о земле – Воды суши. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lomonosov-fund.ru>

Тема 6. Скорость течения рек. Сток рек

Цель: закрепить представления о закономерностях движения воды в реках; научить строить годограф скорости рек и решать задачи на определение скорости течения реки.

Пособия и оборудование: миллиметровая бумага, калькулятор, чертежные принадлежности.

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. От чего зависит скорость течения реки?

2. Как изменяется скорость течения реки по вертикали и по поверхности потока?
3. Что такое изотакхи?
4. Что такое стрежень или динамическая ось потока?

Понятийный аппарат: годограф реки, изотакхи, стрежень, стремнина, форватер, расход воды, речной сток, сток воды, сток наносов, сток растворенных веществ, сток теплоты, объем стока, модуль стока, слой стока, коэффициент стока, плес, перекат, рифель, осередки, меандры, наносы, аллювий, взвешенные наносы, влекомые наносы, русловые процессы, русловые деформации, русловые образования.

Задание 1. Построить годограф скоростей реки по данным таблицы 11. Дать анализ графика, ответить на вопрос: «Какой глубине соответствует минимальная скорость течения реки, а какой максимальная скорость?»

Таблица 11. Скорости течения воды в реке на разных глубинах

Глубина, м	Скорость течения, м/с	Глубина, м	Скорость течения, м/с
0,0	0,23	0,9	0,16
0,3	0,21	1,0	0,15
0,4	0,20	1,1	0,14
0,5	0,20	1,3	0,12
0,6	0,19	1,4	0,09
0,8	0,18	1,5	0,06

Указания к выполнению задания

Годограф (эпюра скоростей) – кривая изменения скоростей по вертикали. При построении годографа вычеркивают прямоугольную систему координат, по горизонтали откладывают скорость течения, по вертикали – глубину. Нулевая глубина помещается в верхней точке оси, вертикальная ось направлена вниз. Масштабы: горизонтальный – в 1 см 0,02 м/с, вертикальный – в 1 см 0,1 м.

Задание 2. Пользуясь данными таблицы 12, решить задачи: а) вычислить среднюю скорость течения в русле широкой, частично заросшей извилистой реки, если максимальная скорость воды в реке 0,5 м/с. Средняя глубина реки 4м.; б) вычислить среднюю скорость горной реки, если максимальная скорость, определенная с помощью поверхностных поплавков, равна 1,7 м/с. Средняя глубина реки 3м.

Таблица 12. Значение коэффициента К

Характеристика русла (условия протекания)	Средняя глубина, м		
	<1	1-5	>5
Равнинные реки большие и средние с благоприятными условиями протекания.	0,55-0,67	0,68-0,77	0,78-0,79

Реки большие и средние с менее благоприятными условиями протекания (значительно засоренные, частично заросшие, извилистые, каменистые, с беспокойным течением).	0,43-0,54	0,55-0,65	0,66-0,70
Реки с ухудшенными условиями протекания (заросли, кочки, местами стоячая вода). Горные реки с бурным пенистым течением.	—	0,43-0,60	0,61-0,86

Указания к выполнению задания

Среднюю скорость реки по максимальной поверхностной вычисляют по формуле:

$$V_{\text{ср}} = KV_{\text{макс}}$$

$V_{\text{ср}}$ – средняя скорость; $V_{\text{макс}}$ – максимальная скорость; K – коэффициент перехода от максимальной скорости к средней.

Задание 3. Пользуясь данными таблицы 13, определить по формуле Шези среднюю скорость реки, если известно, что на данном отрезке дно русла сложено песчаным материалом, встречаются отмели и острова. Средний уклон реки – 0.00006, гидравлический радиус – 1,9 м.

Таблица 13. Классификация русловых коэффициентов естественных водотоков

Категория	Характеристика русла	Коэффициент шероховатости
1.	Естественные русла со свободным течением (чистые, прямые, незасоренные, земляные).	1,25
2.	Русла постоянных водотоков равнинного типа (преимущественно больших и средних рек), почти прямые и очень слабо засоренные.	2,00
3.	Сравнительно чистые русла постоянных водотоков в обычных условиях извилистые, с некоторыми неправильностями в направлении струи или же прямые, но с неправильностями в рельефе дна (отмели, промоины, местами камни).	2,75
4.	Русла больших и средних рек, значительно засоренные, извилистые и частично заросшие, каменистые, с беспокойным течением.	3,75
5.	Русла периодических водотоков, сильно засоренные и извилистые, сравнительно заросшие, неровные, плохо разработанные. Галечно-валунные русла горного типа с неправильной поверхностью водного зеркала, порожистые участки равнинных рек.	5,50
6.	Реки, весьма значительно заросшие, со слабым течением. Валунные, горного типа русла с бурливым, пенистым течением.	7,00

7.	Горно-водопадного типа русла с крупновалунным извилистым ложем, перепады ярко выражены, пенистость настолько сильна, что вода, потеряв прозрачность, имеет белый цвет.	9,00
8.	Потоки типа селевых, состоящие из грязи, камней и др.	20,00

Указания к выполнению задания

Формула Шези имеет вид:

$$V=C\sqrt{Ri}$$

где: R – гидравлический радиус, i – уклон водной поверхности на участке наблюдений, C – скоростной коэффициент, зависящий от шероховатости и формы русла.

Скоростной коэффициент C определяется по формуле Базена.

$$C=\frac{87}{\left(1+\frac{y}{\sqrt{R}}\right)}$$

где: y – коэффициент шероховатости.

Гидравлическим радиусом называется отношение площади поперечного сечения к смоченному периметру, т.е. к длине линии соприкосновения потока с его ложем. Гидравлический радиус характеризует форму русла в поперечном разрезе.

Задание 4. По данным, приведенным в таблице 14, и на основании формул, рассчитать основные характеристики речного стока, помеченные вопросительным знаком.

Таблица 14. Основные характеристики речного стока

Вариант	Q, м³/с	F, км²	X, мм	W, м³	M, л/с · км²	h, мм	k
1	0,46	50	400	?	?	?	?
2	-	?	?	?	-	190	?
3	?	40	500	13·10 ⁶	?	?	?
4	?	50	600	?	?	300	?
5	?	40	1600	?	?	?	0,31
6	?	70	500	?	10,4	?	?
7	?	90	600	26·10 ⁶	?	?	?
8	0,40	70	500	?	?	?	?
9	?	5	200	?	?	180	?
10	-	50	450	?	-	?	?

Примечание: «?» - найти, «-» - данные отсутствуют.

Указания к выполнению задания

Работа над решением задач ведется по вариантам. Студенты разбиваются на пары, каждой паре выдается свой вариант, на выбор преподавателя.

Для количественной оценки речного стока применяются следующие характеристики:

Расход воды (Q, м³/с) – объем воды, протекающей через поперечное сечение потока в единицу времени.

Объем стока (W, м³) – количество воды, протекающее через живое сечение реки за год:

$$W=TQ$$

T – время, число секунд в году ($31,54 \cdot 10^6$ с), Q – средний расход, м³/с.

Модуль стока (M, л/с·км²) – количество воды в литрах, стекающей с единицы площади речного бассейна (1 км²) за единицу времени (с):

$$M=\frac{Q \cdot 1000}{F}$$

Q – средний расход, м³/с; F – площадь водосбора, км², 1000 – коэффициент для пересчета м³ в литры.

Слой стока (h, мм) – слой воды в мм, равномерно распределенный по площади водосбора F и стекающий с него за некоторый промежуток времени:

$$h=\frac{W}{F}$$

W – объем стока, м³; F – площадь водосбора, км².

Коэффициент стока (k, безразм.) – отношение слоя стока к количеству выпавших на площадь водосбора атмосферных осадков:

$$K=\frac{h}{X}$$

h – слой стока, мм; X – количество осадков, мм.

Рекомендуемая литература

Основная

1. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д. Добролюбов С.А. Гидрология: Учебник для вузов – 2-е изд. испр. – М.: Высшая школа, 2008. – 463 с.

Дополнительная

1. Виноградов Ю. Б., Виноградова Т. А. Современные проблемы гидрологии: Учебное пособие. – М.: Академия, 2008. – 320 с.
2. Михайлов В.Н. Гидрология устьев рек. – М: Высшая школа, 2007. – 176 с.
3. Савцова Т.М. Общее землеведение: Учеб. Пособие для студ. Высш. пед. учеб. заведений. – М.: Академия, 2008. – 416 с.
4. Шикломанов И.А. Водные ресурсы России и их использование. – СПб. : Гос. гидрол. ин-т, 2008. – 600 с.
5. Эдельштейн К.К. Гидрология материков: Учебное пособие для студентов вузов. – М.: Академия, 2005 – 303 с.

Интернет ресурсы

1. Географический портал, раздел Гидросфера – воды суши. Реки. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.geo-site.ru>.
2. Информационный сайт о реках России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vsereki.ru/>.

3. Министерство природных ресурсов РФ, Федеральное агентство водных ресурсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.waterinfo.ru>.
4. Научно информационный журнал Биофайл – раздел География. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biofile.ru> /.
5. Фонд знаний Ломоносов – категория Науки о земле – Воды суши. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lomonosov-fund.ru> /.

Тема 7. Гидрология озер

Цель: закрепить представления о крупнейших озерах Земного шара; познакомить студентов со способами морфологических измерений озер; научить определять некоторые морфологические характеристики озер; строить кривые распределения температур в озере по вертикали, карты изобат озера, продольный и поперечный профили озера.

Пособия и оборудование: Географический атлас учителя, физическая карта Мира, контурная карта Мира, миллиметровая бумага, калькулятор, цветные карандаши, чертежные принадлежности.

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Что называется озером?
2. Классификации озер по размеру, степени постоянства, географическому положению, минерализации.
3. Какого происхождения бывают озерные котловины? В каких из них располагаются самые глубокие и самые мелкие озера?
4. Назовите основные морфометрические характеристики озер.
5. Что такое стратификация? Какие типы стратификации Вы знаете?
6. Каковы особенности теплового и ледового режимов озер?
7. Как распределяются температуры воды на глубине?
8. Каковы основные особенности гидрохимического и гидробиологического режимов озер?
9. Назовите классификационные группы водных масс озер.
10. Как влияют озер на речной сток?

Понятийный аппарат: озеро, озерность, литораль, сублитораль, пелагиаль, профундаль, прямая температурная стратификация, обратная температурная стратификация, гомотермия, эпилимнион, металимнион, гипolimнион, олиготрофные озера, ефтрофные озера, дистрофные озера, мезотрофные озера, водный режим озера, евтрофирование водоемов.

Задание 1. Пользуясь данными таблицы 15, вычертить кривые распределения температур в озере по вертикали в различные сезоны года. Дать их анализ.

Таблица 15. Распределение температур в озере по вертикали

Глубина, м	Температура, С°		
	1	2	3
0	0,0	20	2,0
10	0,6	18	2,5
20	1,3	11,3	3,0
30	1,8	10,7	3,8
40	2,3	8,2	4
50	2,9	6,1	4
60	4,0	5,0	4

Указания к выполнению задания

Выполняя задание, все три кривые строятся на одном графике. На горизонтальной оси откладывают температуры, на вертикальной – глубины. Нулевая глубина помещается в верхней точке оси, вертикальная ось направлена вниз. Масштабы: вертикальный – в 1 см 5м, горизонтальный – в 1 см 2°С.

При анализе указать:

- тип стратификации по каждому из трех графиков;
- сезон года, для которого характерен каждый из трех типов вертикального распределения температуры воды в озере;
- для летнего типа выделить слои стратификации (эпилимнион, металимнион, гиполимнион) с указанием их глубин.

Задание 2. Построить карту изобат озера Глубокого, используя данные промеров глубины по створам, приведенные в таблице 16.

Таблица 16. Данные промеров глубин озера Глубокого по створам

Створ 1		Створ 2		Створ 3		Створ 4		Створ 5		Створ 6		Створ 7	
расстояние от берега, м	глубина, м	расстояние от берега, м	глубина, м	расстояние от берега, м	глубина, м	расстояние от берега, м	глубина, м	расстояние от берега, м	глубина, м	расстояние от берега, м	глубина, м	расстояние от берега, м	глубина, м
3	0,96	3	0,64	3	0,65	3	0,90	3	1,05	3	1,48	3	1,35
6	2,37	6	0,87	6	0,98	6	1,35	6	1,35	6	2,33	6	1,82
9	3,35	9	1,83	9	1,43	9	2,10	9	2,10	9	2,40	9	2,08
12	3,84	12	2,38	12	2,00	12	2,50	12	2,55	12	2,35	12	1,60
15	3,65	15	3,35	15	2,98	15	2,80	15	2,73	15	2,20	15	1,35
18	3,76	18	3,50	18	3,15	18	2,65	18	2,81	18	1,80	18	0,00

21	3,37 3	21	3,4 3	21	3,1 8	21	2,5 0	21	2,5 5	21	0,9 5		
24	3,64	24	3,3 5	24	3,1 0	24	2,4 5	24	2,4 0	24	0,4 3		
27	3,30	27	3,3 5	27	2,9 0	27	2,1 0	27	2,1 5	28	0,0 0		
30	3,25	30	3,1 7	30	2,7 8	30	1,8 0	30	0,8 4				
33	2,83	33	3,0 0	33	2,3 0	33	1,4 4	33	0,4 1				
36	1,40	36	2,8 0	36	1,4 5	36	0,9 0	37	0,0 0				
39	1,35	39	2,6 0	39	1,1 0	38	0,0 0						
42	0,00	42	2,5 5	42	0,0 0								
		45	2,3 5										
		48	1,2 2										
		50	0,0 0										

Указания для выполнения задания

Для построения карты изобат необходимо перерисовать рисунок 6, увеличив его в три раза. Тогда масштаб озера на рисунке станет: в 1 см 3 м, а расстояние между створами увеличится до 3 см и будет соответствовать 9 м. Промеры по створам велись с той стороны, где на чертеже стоит номер створа. Изобаты провести через 0,5 м.

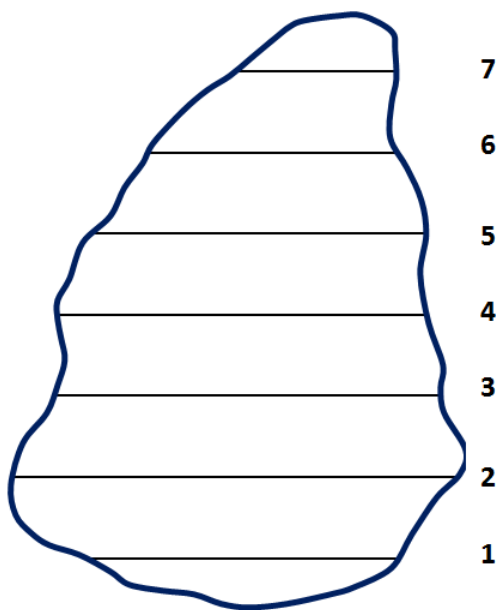


Рисунок 6. План озера Глубокого

Задание 3. На основе карты изобат озера Глубокого построить поперечный (по линии АВ) и продольный (по линии СД) профили озера. Обозначьте на профиле литораль, сублитораль, пелагиаль и профундаль.

Указания для выполнения задания

Задание выполняется самостоятельно, преподаватель задает линии профилей каждому студенту индивидуально. Для удобства построения рекомендуется взять тот же масштаб, что и на карте изобат озера.

Каждый профиль строится на отдельном графике. На вертикальной оси откладывают глубины, на горизонтальной – протяженность озера.

Нулевая глубина помещается в верхней точке оси, вертикальная ось направлена вниз. Масштабы: вертикальный – в 1 см – 0,5 м, горизонтальный – 1 см – 3 м.

Задание 4. Определить основные морфометрические характеристики озера: длину, среднюю и наибольшую ширину, среднюю и наибольшую глубину, длину береговой линии, площадь и объем. Полученные результаты представить в виде таблицы (табл. 17).

Таблица 17. Морфометрические характеристики озера Глубокого

№	Характеристики	Символы и/или формулы	Значения
1.	Длина озера, м		
2.	Максимальная ширина, м		
3.	Средняя ширина, м		
4.	Мощность элементарного слоя, м		
5.	Максимальная глубина, м		
6.	Средняя глубина, м		
7.	Длина береговой линии, м		
8.	Площадь водной поверхности, м ²		
9.	Объем озера, м ³		

Указания к выполнению задания

Длина озера (l) – кратчайшее расстояние между двумя наиболее удаленными точками береговой линии, измеренное по поверхности.

Максимальная ширина озера (B_{max}) – перпендикуляр к длине озера в наиболее широкой его части.

Средняя ширина (B_{ср}) – частное от деления площади зеркала озера на его длину. Определяется по формуле:

$$B_{\text{ср}} = \frac{S}{l}$$

S – площадь озера, l – длина озера.

Максимальная глубина (H_{max}) – определяется по журналу промера глубин.

Средняя глубина (H_{ср}) – частное от деления объема озера на площадь его зеркала.

Длина береговой линии (L) – измеряется по нулевой изобате.

Площадь озера (F) площадь водной поверхности озера – определяется с помощью палетки.

Объем озера (V) (объем котловины), заполненный водой до определенного уровня – вычисляется как сумма объемов отдельных элементарных слоев котловины, заключенных горизонтальными плоскостями, проведенными друг от друга на расстоянии h , где h – мощность элементарного слоя (сечение изобат).

$$V_{\text{ср}} = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$$

$V_1, V_2, V_3, \dots, V_n$ – объемы элементарных слоев озера.

Объемы элементарных слоев озера рассчитывают как полусуммы смежных площадей, умноженных на сечение изобат.

$$V_1 = \frac{F_1 + F_2}{2} h$$

где $F_i, F_{i+1}, F_n, F_{n+1}$ – площади, ограниченные изобатами, h – мощность элементарного слоя (сечение изобат).

Рекомендуемая литература

Основная

1. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д. Добролюбов С.А. Гидрология: Учебник для вузов – 2-е изд. Испр. – М.: Высшая школа, 2008. – 463 с.

Дополнительная

1. Виноградов Ю. Б., Виноградова Т. А. Современные проблемы гидрологии: Учебное пособие. – М.: Академия, 2008. – 320 с.
2. Виноградов Ю. Б., Виноградова Т. А. Математическое моделирование в гидрологии: Учебное пособие. – М.: Академия, 2010. – 304 с.
3. Савцова Т.М. Общее землеведение: Учеб. Пособие для студ. Высш. пед. учеб. заведений. – М.: Академия, 2008. – 416 с.
4. Шикломанов И.А. Водные ресурсы России и их использование. – СПб. : Гос. гидрол. ин-т, 2008. – 600 с.
5. Эдельштейн К.К. Гидрология материков: Учебное пособие для студентов вузов. – М.: Академия, 2005 – 303 с.

Интернет ресурсы

1. Географический портал, раздел Гидросфера – воды суши. Подземные воды. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.geo-site.ru>.
2. Научно информационный журнал Биофайл – раздел География. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biofile.ru/>.
3. Фонд знаний Ломоносов – категория Науки о земле – Воды суши. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lomonosov-fund.ru/>.

Тема 8. Гидрология водохранилищ

Цель: изучить основные морфометрические и гидрологические характеристики водохранилищ; научить студентов строить продольный

профиль водохранилища; познакомить с методикой расчета стока наносов, попадающих в водохранилище.

Пособия и оборудование: Географический атлас учителя, физическая карта Мира, миллиметровая бумага, калькулятор, чертежные принадлежности.

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Каково назначение водохранилищ?
2. Типы водохранилищ.
3. Как водохранилища размещаются по территории России?
4. Что такое заиление водохранилища?
5. Каково влияние водохранилищ на речной сток?
6. Каково влияние водохранилищ на климат?
7. Каково влияние водохранилищ на растительный и животный мир?
8. Характер изменения экосистем водотока, на котором сооружено водохранилище.

Понятийный аппарат: водохранилище, нормальный подпорный уровень, форсированный подпорный уровень, уровень мертвого объема, мертвый объем, полезный объем, резервный объем, полный объем (емкость), сработка, заиление, занесение.

Задание 1. Пользуясь планом водохранилища Светлого (рис.7.) вычертить его продольный профиль, на нем выделить характерные уровни и объемы. Определить тип водохранилища по величине напора.

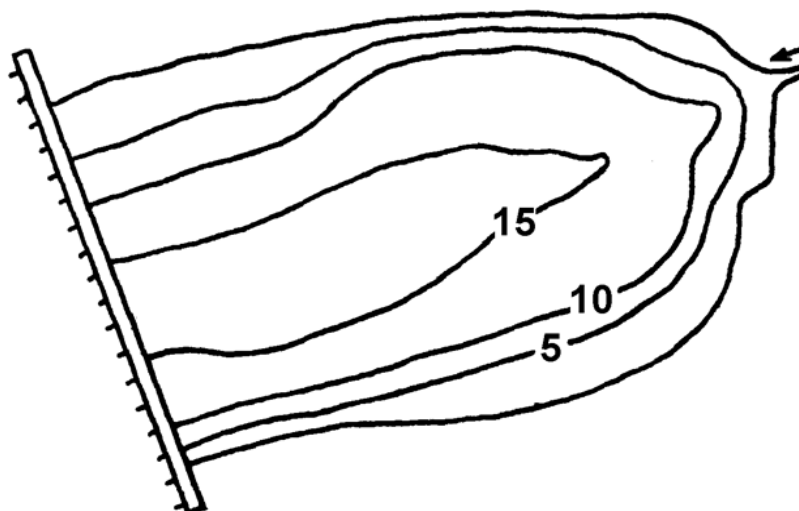


Рисунок 7. План водохранилища Светлого

Указания к выполнению задания

Перенести план водохранилища на миллиметровую бумагу, увеличив изображение в 2 раза. На полученном изображении провести линию

продольного профиля водохранилища по линии «устье реки – плотина» с учетом высоты плотины 24 м.

Вычертить на миллиметровой бумаге продольный разрез водохранилища Светлого. На вертикальной оси откладывают глубины, на горизонтальной – протяженность водохранилища. Нулевая глубина помещается в верхней точке оси, вертикальная ось направлена вниз. Масштабы: вертикальный – в 1 см – 2 м, горизонтальный – 1 см – 50 м.

Водохранилище – это искусственный водоем, созданный для накопления и последующего использования воды и регулирования стока.

Среди географических типов водохранилищ выделяют *горные, предгорные, равнинные и приморские*, отличающиеся высотой напора – превышением уровней воды в водохранилище и реке ниже плотины. Для приморских водохранилищ напор составляет несколько метров, для равнинных – не более 30 м, для предгорных – до 100 м, для горных – от 100 до 300 м.

В водохранилищах выделяют несколько характерных уровней и объемов:

НПУ – нормальный подпорный (проектный) уровень – оптимальный уровень воды, который может поддерживаться плотиной в течение длительного времени, выше которого подъем воды в водохранилище, как правило, не допускается.

ФПУ – форсированный подпорный уровень – максимально возможный подъем уровня воды в водохранилище, превышающий НПУ на 1-2 м и кратковременно допускающийся в редких случаях при пропуске вод особенно больших половодий и паводков.

УМО – уровень мертвого объема – уровень ниже которого сработка вод невозможна.

Мертвый объем водохранилища – объем воды, находящийся ниже УМО.

Полезный объем водохранилища – объем воды, находящийся между УМО и НПУ.

Резервный объем водохранилища – объем воды, заключенный между НПУ и ФПУ.

Полный объем (емкость) водохранилища – сумма полезного и мертвого объемов водохранилища.

Показать на разрезе разными цветами мертвый (МО), полезный (ПО) и резервный (РО) объемы водохранилища и разделяющие их уровни: уровень мертвого объема (УМО), нормальный подпорный уровень (НПУ) и форсированный подпорный уровень (ФПУ). При условии, что УМО находится на глубине 5 м, а ФПУ может превышать НПУ (нулевая изобата) на 2 м.

Задание 2. Используя данные таблицы 18 (колонка 2 и 3) вычислить годовой сток наносов, попадающих в водохранилище.

Таблица 18. Данные для расчета периода заиления водохранилища

Вариант	Годовой расход наносов (R, кг/с)	Плотность наносов (ρ , кг/м ³)	Доля транзитных наносов от 1 (σ)
1.	400	2200	0,45
2.	300	2000	0,40
3.	250	1800	0,25
4.	400	1500	0,38
5.	800	1900	0,30
6.	200	1800	0,35
7.	100	1200	0,20
8.	1000	1750	0,40
9.	750	1000	0,48
10.	130	1600	0,45

Указания к выполнению задания

Работа над решением задач ведется по вариантам. Студенты разбиваются на пары, каждой паре выдается свой вариант, на выбор преподавателя.

Средний годовой сток наносов определяется по формуле:

$$W_R = \frac{RT}{\rho}$$

R – средний годовой расход наносов в кг/с, T – количество секунд в году ($31,54 \cdot 10^6$ с), ρ – плотность донных отложений, кг/м³.

Задание 3. Используя данные таблицы 18 (колонка 4) определить время заиления водохранилища, если мертвый объем водохранилища составляет 0,53 км³.

Указания к выполнению задания

Заиление – процесс отложения в водохранилище мелких (взвешенных) наносов. Время «жизни» водоема определяется периодом заиления его мертвого объема (t, годы), который вычисляется по формуле:

$$t = \frac{V_{MO}}{W_R (1-\sigma)}$$

V_{MO} – мертвый объем водохранилища (м³), W_R – средний годовой сток наносов (м³), σ – доля стока наносов, проходящая через водохранилище транзитом.

При вычислениях следует помнить, что необходимо перевести км³ в м³.
1 км³ = 1 000 000 000 м³.

Рекомендуемая литература

Основная

1. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д. Добролюбов С.А. Гидрология: Учебник для вузов – 2-е изд. Испр. – М.: Высшая школа, 2008. – 463 с.

Дополнительная

1. Губий И.Г. Павлинова И.И. Яковлев С.В. Комплексное использование водных ресурсов: Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2005. – 384 с.

2. Матарзин Ю.М. Гидрология водохранилищ. – Пермь, 2003. – 295 с.
3. Савцова Т.М. Общее землеведение: Учеб. Пособие для студ. Высш. пед. учеб. заведений. – М.: Академия, 2008. – 416 с.
4. Шикломанов И.А. Водные ресурсы России и их использование. – СПб. : Гос. гидрол. ин-т, 2008. – 600 с.
5. Эдельштейн К. К. Водохранилища России: экологические проблемы, пути их решения. – М.: ГЕОС, 2005. – 277 с.

Интернет ресурсы

1. Географический портал, раздел Гидросфера – воды суши. Водохранилища. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.geosite.ru>.
2. Научно информационный журнал Биофайл – раздел География. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biofile.ru/>.
3. Фонд знаний Ломоносов – категория Науки о земле – Воды суши. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lomonosov-fund.ru/>.
4. Министерство природных ресурсов РФ, Федеральное агентство водных ресурсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.waterinfo.ru>.

Тема 9. Гидрология болот

Цель: научить составлять картосхему равных мощностей торфа в болоте; познакомить студентов с методиками расчета площади торфяного болота, водного баланса болота и заболоченности территории.

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Как распределены болота на земном шаре?
2. Назовите особенности строения болот.
3. Как происходит образование болот?
4. Назовите основные классификации болот?
5. Какие водно-балансовые особенности болот Вы знаете?
6. Какие физико-географические факторы определяют процесс образования и распространения болот?
7. Существуют ли зональные закономерности в распространении болот?
8. Перечислите основные причины интенсивного заболачивания территории.

Понятийный аппарат: болото, торфяное болото, заболоченные земли, верховое болото, низинное болото, переходное болото, торф, торфяная залежь, сапропель, топь, деятельный слой, инертный слой, развитие торфяного болота.

Задание 1. По материалам первичного обследования торфяной залежи (рис. 8) составить картосхему равных мощностей торфа, выделить

территории участки болот и заболоченных земель, рассчитать площадь торфяника и коэффициент заболоченности участка.

• 0	• 8	• 24	• 40	• 30	• 9
• 12	• 42	• 50	• 35	• 21	• 5
• 18	• 30	• 41	• 28	• 15	• 2
• 16	• 23	• 34	• 25	• 6	• 0

Рисунок 8. Материалам первичного обследования торфяной залежи
Условные обозначения:

• 12 – мощность торфа (см).

Указания к выполнению задания

Перенести рисунок 8 на миллиметровую бумагу, увеличив изображение в 2 раза. Масштаб картосхемы в 1 см – 200 м.

По данным о мощности торфяной залежи построить изопахиты (линии равной мощности отложений) с сечением 10 см.

Выделить согласно определениям, участки болота (торфяника) и заболоченных земель, заштриховав их на миллиметровой бумаге разными цветами.

Болото (торфяник) – избыточно увлажненный участок земли с застойным водным режимом, имеющий слой торфа толщиной не менее 30 см и покрытый специфической растительностью.

Заболоченные земли – избыточно увлажненные земельные площади со слоем торфа толщиной от 0 до 30 см.

Для расчета площади торфяника необходимо найти площадь фигуры ограниченной изопахитой в 30 см.

Коэффициент заболоченности (К) – отношение площади болота ($F_{\text{бол.}}$) к общей площади территории ($F_{\text{общ.}}$) в пределах выделенного района:

$$K = \frac{F_{\text{бол.}}}{F_{\text{общ.}}},$$

где $F_{\text{бол.}}$ – площадь болота, $F_{\text{общ.}}$ – общая площадь территории.

Задание 2. Пользуясь данными таблицы 19, рассчитать водный баланс верхового болота для каждого месяца и составить диаграмму соотношения прихода и расхода влаги в болоте в течение года. Определить в какие месяцы происходит наиболее активное восполнение запасов воды в болоте.

Таблица 19. Данные об осадках, испарении и общем стоке для расчета водного баланса верхового болота

Статьи баланса	Месяцы												За год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
X, мм	48	44	40	46	60	70	95	90	64	50	60	44	
Z, мм	4	8	30	60	85	100	100	80	40	20	2	0	
y+w, мм	8	4	4	36	20	10	8	7	18	20	22	18	
Итог, ± Δ													

Указания к выполнению задания

Водный баланс болота складывается из приходной части, включающей атмосферные осадки (**X**, мм), приток поверхностных (**Y**, мм) и подземных (грунтовых) вод (**W**, мм), и из расходной части, включающей испарение (**Z**, мм), поверхностный (**y**, мм) и подземный (**w**, мм) отток. В течение года в болоте может происходить накопление воды или ее сработка ($\pm \Delta$). Общее уравнение водного баланса болота выглядит:

$$X+Y+W=Z+y+w\pm\Delta$$

Для верхового болота члены **Y** и **W** (болото питается лишь атмосферными осадками) равны нулю.

Согласно формуле определить разность приходной и расходной частей водного баланса болота для каждого месяца, результаты занести в последнюю строку таблицы 19.

На миллиметровке построить график внутригодового изменения баланса. На горизонтальной оси разместить месяцы, а на вертикальной оси значения $\pm \Delta$, мм. Так как баланс может быть и положительным и отрицательным, вертикальная ось будет направлена и вниз и вверх из начала координат. Масштаб горизонтальный в 1 см – 1 месяц, вертикальный в 1 см – 5 мм.

Рекомендуемая литература

Основная

1. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д. Добролюбов С.А. Гидрология: Учебник для вузов – 2-е изд. Испр. – М.: Высшая школа, 2008. – 463 с.

Дополнительная

1. Губий И.Г. Павлинова И.И. Яковлев С.В. Комплексное использование водных ресурсов: Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2005. – 384 с.
2. Денисенков В. П. Основы болотоведения. – Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2000. – 224 с.
3. Савцова Т.М. Общее землеведение: Учеб. Пособие для студ. Высш. пед. учеб. заведений. – М.: Академия, 2008. – 416 с.
4. Шикломанов И.А. Водные ресурсы России и их использование. – СПб. : Гос. гидрол. ин-т, 2008. – 600 с.
5. Эдельштейн К.К. Гидрология материков: Учебное пособие для студентов вузов. – М.: Академия, 2005. – 303 с.

Интернет-ресурсы

1. Географический портал, раздел Гидросфера – воды суши. Болота. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.geo-site.ru>.

2. Научно информационный журнал Биофайл – раздел География. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biofile.ru/>.
3. Фонд знаний Ломоносов – категория Науки о земле – Воды суши. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lomonosov-fund.ru/>.
4. Министерство природных ресурсов РФ, Федеральное агентство водных ресурсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.waterinfo.ru>.

Тема 10. Гидрология подземных вод

Цель: закрепить представления об основных типах подземных вод по характеру залегания, познакомить студентов со строением артезианского бассейна, научить решать задачи на определение скорости движения подземных вод и статического уровня водоема.

Пособие и оборудование: миллиметровая бумага, калькулятор, чертежные принадлежности.

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Какие типы подземных вод по характеру залегания Вы знаете?
2. Что такое грунтовые воды?
3. Что такое артезианские воды?
4. Какими показателями характеризуется движение воды в водоносном слое?

Организационная форма занятия – практическая работа с использованием мультимедийных средств, работа в малых группах, индивидуальная работа.

Понятийный аппарат: подземные воды, почвенные воды, верховодка, грунтовые воды, межпластовые воды, артезианские воды, артезианский бассейн, влажность, влагоемкость, водоотдача, водопроницаемость, капиллярность, инфильтрация, фильтрация, инфильтрационные воды, конденсационные воды, седиментационные воды, дегидратационные воды, ювенильные воды, гравитационная (свободная) вода, капиллярная вода, гигроскопическая вода, пленочная вода, физически связанная вода, химически связанная вода, режим грунтовых вод.

Задание 1. Познакомиться со схемами залегания подземных вод (рис.9) и строением артезианского бассейна (рис.10). Дать анализ обоих рисунков: к рисунку 9 расшифровать буквенные обозначения (А, Б, В, Г), к рисунку 10 указать, какие из скважин относятся к самоизливающимся, объяснить почему.

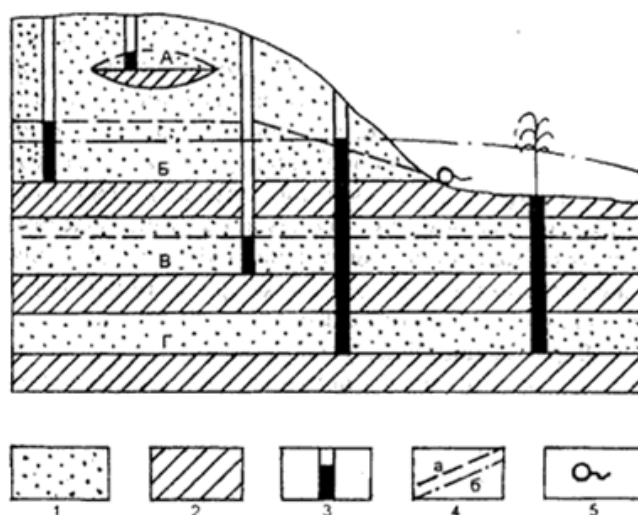


Рисунок 9. Схема условий залегания подземных вод

Условные обозначения:

1 — проницаемые породы; 2 — водоупорные породы; 3 — скважины; 4 — уровень воды: а — свободный, б — пьезометрический; 5 — источник.

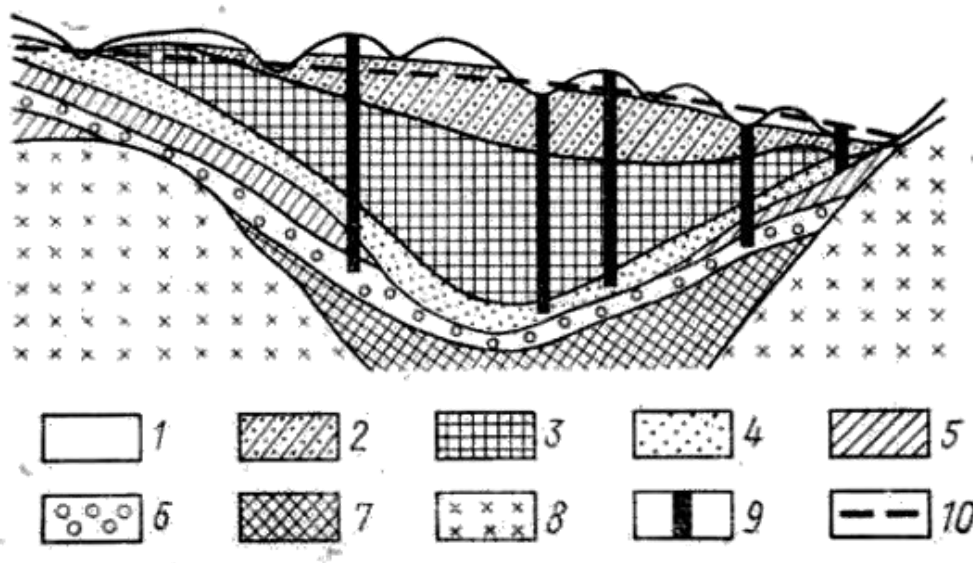


Рисунок 10. Разрез артезианского бассейна

Условные обозначения:

1 — четвертичные отложения (лессовидные суглинки), 2 — палеоген неогеновые отложения (пески, глины, мергели) 3 — меловые отложения (мел, мергель), 4 — меловые отложения (пески) — артезианский водоносный горизонт, 5 — юрские отложения (глины), 6 — юрские отложения (пески) 7 — палеозойские отложения, 8 — докембрийские отложения, 9 — скважины, 10 — линия напорного уровня.

Задание 2. Построить график колебания уровня грунтовых вод в пункте, расположенном в умеренной зоне, используя данные таблицы 20. Дать письменный анализ графика.

Таблица 20. Глубина залегания грунтовых вод в течение года

Месяцы	Глубина, м	Месяцы	Глубина, м
I	2,8	VII	0,6
II	3,0	VIII	0,9
III	3,0	IX	1,3
IV	2,7	X	1,5
V	0,0	XI	2,5
VI	0,5	XII	2,7

Указания к выполнению задания

Для построения графика вычерчивается система прямоугольных координат таким образом, что вертикальная ось опущена вниз. На горизонтальной оси откладываются месяцы, на вертикальной оси – глубина залегания грунтовых вод в метрах. График располагается ниже горизонтальной оси. Масштаб горизонтальный в 1 см – 1 месяц, вертикальный в 1 см – 0,5м.

План анализа графика:

1. Когда наблюдается самый низкий уровень залегания грунтовых вод? Укажите его абсолютную величину.
2. Когда наблюдается самый высокий уровень? Укажите абсолютные значения.
3. Какой характер носит изменение уровня залегания грунтовых вод в течение года (плавный, ступенчатый, скачкообразный)? Объясните, с чем это связано.

Задание 3. Определить скорость движения грунтовых вод при уклоне водоносного пласта 0,0025 и коэффициенте фильтрации 0,5 см/с.

Указания к выполнению задания

Наиболее изучен закон движения воды в мелкозернистых породах, преимущественно в песках. Скорость движения воды в случае фильтрации определяется законом Дарси, который в упрощенном виде выражается следующей формулой.

$$V=Ki$$

V – скорость движения воды (скорость фильтрации), K – коэффициент фильтрации, i – гидравлический уклон.

Задание 4. Определить в каком грунте протекают подземные воды, если скорость движения этих вод 0,5 м/сут, при уклоне водоносного пласта 0,003.

Указания к выполнению задания

При решении задачи необходимо использовать данные о коэффициентах фильтрации, приведенные в таблице 21.

Таблица 21. Коэффициенты фильтрации некоторых видов грунтов

Наименование грунта	Среднее значение коэффициента фильтрации, см/с.
песок чистый	10,01
песок глинистый	0,01-0,005
супесь	0,005-0,001
суглинок	0,001-0,00005

Задание 5. Определить суточный дебит бетонного колодца, имеющего форму цилиндрической трубы диаметром 2 м, если при откачке водопонижение достигло 1,5 м, а восстановление статического уровня произошло через 30 мин.

Указания к выполнению задания

При решении задачи сначала следует определить объем воды, необходимый для восстановления статического уровня в цилиндрическом колодце, по формуле:

$$V=\pi R^2 h$$

где V – объем воды (м^3), r – радиус колодца (м), h – высота слоя воды (м), откаченного из колодца.

Затем необходимо рассчитать объем воды, который наберется в колодце за сутки.

Задание 6. Рассчитать какое количество людей может обеспечить водой бетонный цилиндрический колодец диаметром 2,5 м, если при откачке водопонижение достигло 3 м, а восстановление статического уровня произошло через 20 мин. Ежесуточная потребность сельского жителя в воде на хозяйственно-питьевые нужды составляет 40л.

Задание 7. Определите дебит источника по треугольному водосливу, если высота напора составляет 0,42 м.

Указания к выполнению задания

Дебит источников по треугольному водосливу (рис. 10) определяется по формуле:

$$Q=1,4h^2\sqrt{h}$$

где Q – дебит источника ($\text{м}^3/\text{с}$); h – высота напора (м).

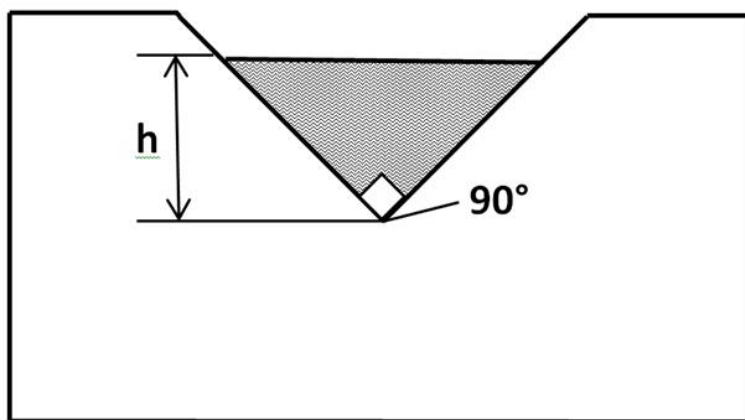


Рисунок 10. Треугольный водослив

Рекомендуемая литература

Основная

1. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д., Добролюбов С.А. Гидрология: Учебник для вузов – 2-е изд. Испр. – М.: Высшая школа, 2008. – 463 с.

Дополнительная

1. Гельперин А.М., Зайцев В.С., Харитоненко Г.Н., Норватов Ю.А. Геология. Часть III: Гидрогеология: Учебник для вузов. – М.: МГГУ, 2009. – 397 с.
2. Догановский А.М., Малинин В.Н. Гидросфера Земли. – СПб.: Гидрометеиздат, 2004. – 618 с.
3. Мироненко В.А. Динамика подземных вод: Учебник для вузов. – М.: МГГУ, 2009. – 519 с.
4. Савцова Т.М. Общее землеведение: Учеб. Пособие для студ. Высш. пед. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 416 с.
5. Шикломанов И.А. Водные ресурсы России и их использование. – СПб.: Гос. гидрол. ин-т, 2008. – 600 с.

Интернет-ресурсы

1. Географический портал, раздел Гидросфера – воды суши. Подземные воды. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.geo-site.ru>.
2. Научно информационный журнал Биофайл – раздел География. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biofile.ru/>.
3. Фонд знаний Ломоносов – категория Науки о земле – Воды суши. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lomonosov-fund.ru/>.
4. Министерство природных ресурсов РФ, Федеральное агентство водных ресурсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.waterinfo.ru>.

Тема 11. Гидрология ледников

Цель: дать представление об источниках питания ледников разных размеров; выяснить причины различного положения снеговой линии на разных широтах Земли; научить определять высоту снеговой линии и ледниковый коэффициент.

Пособие и оборудование: Географический атлас учителя, калька, миллиметровая бумага, чертежные принадлежности (циркуль, транспортир, линейка).

Вопросы, выносимые на обсуждение

1. Что называется ледником?
2. Что такое снеговая линия?
3. Перечислите виды снеговой линии.
4. Какие источники питания ледников Вы знаете?
5. По каким морфологическим признакам классифицируются ледники?
6. Как возникают и формируются ледники?

Понятийный аппарат: хионосфера, ледник, снеговая граница, сезонная снеговая линия, климатическая снеговая линия, покровный ледник, ледниковые щиты, ледниковые купола, выводные ледники, шельфовые ледники, абляция, сердж, айсберг, фирн, фирновая линия, конжеляция, режеляция, режим ледника.

Задание 1. Построить график высоты снеговой линии по разным широтам северного и южного полушария используя данные, приведенные в таблице 22. Объяснить причину различного высотного положения снеговой линии по широтам.

Таблица 22. Высота снеговой линии на разных широтах Земного шара

Широта	Высота снеговой линии, м		Широта	Высота снеговой линии, м	
	Северное полушарие	Южное полушарие		Северное полушарие	Южное полушарие
90-80	650	0	40-30	4900	3200
80-70	790	0	30-20	5250	5300
70-60	1150	0	20-10	5475	5780
60-50	2500	890	10-0	4675	4720
50-40	3170	1700	-	-	-

Указания к выполнению задания

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. 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.

Оба графика строятся в одной системе координат. На вертикальной оси откладывают высоту снеговой линии, на горизонтальной оси – географическую широту. Масштабы: горизонтальный – в 1 см – 10^0 ; вертикальный – в 1 см – 500 м.

Задание 2. Используя данные таблицы 23, построить круговые диаграммы распределения основных источников питания для малых и больших ледников. Сделайте вывод о роли того или иного источника питания ледника во взаимосвязи с его типом.

Таблица 23. Источники питания ледников

Источники питания	Большие ледники	Малые ледники
Осадки	80%	20%
Изморозь	0-2%	0-2%
Метелевый перенос	10%	50-60%
Лавины	8%	18%

Задание 3. Зная географические координаты ледника, вычислить высотное положение снеговой границы, нанести ее на план, рассчитать площади области питания, области абляции и ледниковый коэффициент. На основании полученного коэффициента определить тип ледника.

Указания к выполнению задания

Перенести на кальку план ледника Верхнего (рис.11.).

Используя данные графика из задания 1, определить высоту снеговой границы ледника Верхнего, имеющего координаты 38^0 с.ш., 72^0 в.д.

Нанести на кальку снеговую границу в виде пунктирной линии, перпендикулярной отрезку, соединяющему верхнюю и нижнюю точки распространения льда.

С помощью миллиметровки или палетки рассчитать общую площадь ледника, площади области питания (выше снеговой границы) и области абляции (ниже снеговой границы).

На плане ледника обозначить, согласно легенде, области питания и абляции.

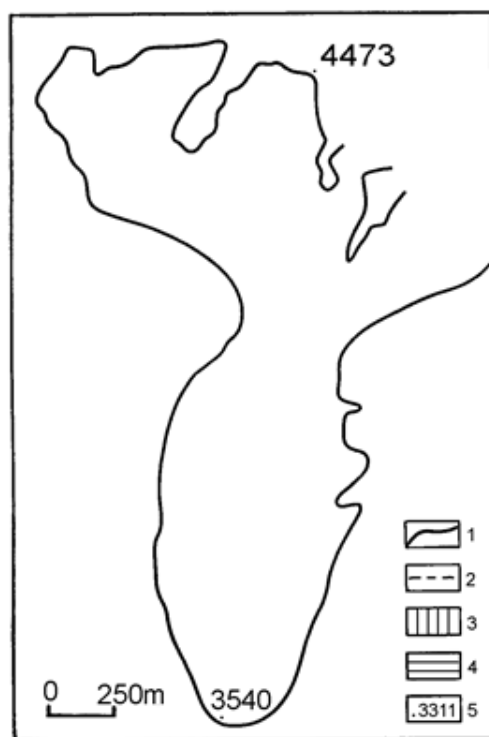


Рис. 11. План ледника Верхнего в горах Памира (38° с.ш., 72° в.д.)

Условные обозначения:

1- границы ледника, 2 – снеговая граница, 3 – область питания, 4 – область абляции, 5 – высотные отметки, м

Количественной характеристикой, позволяющей судить о типологии и динамике ледников, является *ледниковый коэффициент* ($K_{\text{л}}$), который представляет собой отношение площади области питания ледника ($F_{\text{п}}$) к площади области абляции ($F_{\text{а}}$):

$$K_{\text{л}} = \frac{F_{\text{п}}}{F_{\text{а}}}$$

У современных долинных ледников значения $K_{\text{л}}$ колеблются от 1 до 2, у каровых – от 0,5 до 1.

Подставив полученные значения в формулу, вычислить значение ледникового коэффициента. По результату определить тип ледника Верхнего.

Рекомендуемая литература

Основная

1. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д. Добролюбов С.А. Гидрология: Учебник для вузов – 2-е изд. Испр. – М.: Высшая школа, 2008. – 463 с.

Дополнительная

1. Мачерет Ю. Я. Радиозондирование ледников. – М.: Научный мир, 2006. – 392 с.
2. Савцова Т.М. Общее землеведение: Учеб. Пособие для студ. Высш. пед. учеб. заведений. – М.: Академия, 2008. – 416 с.

3. Шикломанов И.А. Водные ресурсы России и их использование. – СПб. : Гос. гидрол. ин-т, 2008. – 600 с.
4. Эдельштейн К.К. Гидрология материков: Учебное пособие для студентов вузов. – М.: Академия, 2005. – 303 с.

Интернет-ресурсы

1. Географический портал, раздел Гидросфера – воды суши. Ледники. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.geo-site.ru>.
2. Научно информационный журнал Биофайл – раздел География. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://biofile.ru /](http://biofile.ru/).
3. Фонд знаний Ломоносов – категория Науки о земле – Гляциология. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.lomonosov-fund.ru /](http://www.lomonosov-fund.ru/).
4. Министерство природных ресурсов РФ, Федеральное агентство водных ресурсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.waterinfo.ru>.

Тема 12. Антропогенное воздействие на природные водные экосистемы

Цель: изучить основные виды антропогенного воздействия на природные водные системы; оценить степень их влияния и выявить пути решения возникших экологических проблем.

Пособие и оборудование: карта океанов, физическая карта Мира, физическая карта России.

Вопросы для подготовки к семинару:

1. Понятие о водных ресурсах. Водные ресурсы частей света и России.
2. Антропогенное воздействие, виды антропогенного воздействия.
3. Основные источники загрязнения природных вод.
4. Использование ресурсов Мирового океана. Экологическое состояние Мирового океана. Охрана Мирового океана.
5. Практическое значение, антропогенное воздействие и охрана рек.
6. Практическое значение, антропогенное воздействие и охрана озер.
7. Практическое значение, антропогенное воздействие и охрана водохранилищ.
8. Практическое значение, антропогенное воздействие и охрана болот.
9. Практическое значение, антропогенное воздействие и охрана подземных вод.
10. Практическое значение, антропогенное воздействие и охрана горных ледников.
11. Проблема пресной воды. Глобальная проблема нехватки пресной воды. Проблема качества питьевой воды.
12. Глобальные изменения гидросферы в 20 веке. Прогнозы дальнейших изменений.

Рекомендуемая литература

Основная

1. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д. Добролюбов С.А. Гидрология: Учебник для вузов – 2-е изд. Испр. – М.: Высшая школа, 2008. – 463 с.

Дополнительная

1. Болгов М.В., Мешон В.М., Сенцова Н.И. Современные проблемы оценки водных ресурсов и водообеспечения. – М.: Наука, 2005. – 318 с.
2. Виноградов Ю.Б., Виноградова Т.А. Современные проблемы гидрологии. – М.: Академия, 2008. – 420 с.
3. Водные ресурсы России и их использование / под ред. И.А. Шикломанова. – СПб.: ГГИ, 2008. – 600 с.
4. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Потребление воды: экологические, экономические, социальные и политические. – М.: Наука, 2006. – 395 с.
5. Лукьянова О.Н. Прикладная экология. Антропогенное воздействие на природные водные экосистемы: Морская экотоксикология: Учебное пособие. – М.: ТГЭУ, 2010. – 130 с.
6. Рациональное использование природных ресурсов и охрана природы / под ред. В.М. Константинова. – М.: Академия, 2009. – 272 с.

Интернет-ресурсы

1. Водоохранные мероприятия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.protown.ru/information/hide/2821.html>.
2. Глобальная проблема нехватки пресной воды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rgo.ru/2011/09/globalnaya-problema-nexvatki-presnoj-vody/>
3. Запасы воды на Земле, доступные человечеству запасы и водопотребление [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.iwp.ru/monograf/ddwater/te/dd12.shtml>.
4. Министерство природных ресурсов РФ, Федеральное агентство водных ресурсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.waterinfo.ru>.
5. Экологические проблемы водных ресурсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://earthecology.ru>.
6. Экологическая экспертиза [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www/chem.msu.su/rus/journals>.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д., Добролюбов С.А. Гидрология: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2007. – 463 с.
2. Михайлов, В. Н. Гидрология : учебник для вузов / В. Н. Михайлов, А. Д. Добровольский, С. А. Добролюбов. - 3-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2008. - 464 с.

Дополнительная литература:

1. Берникова Т. А. Гидрология с основами метеорологии и климатологии: Учебник. – М.: Моркнига, 2011. – 600 с.
2. Виноградов Ю. Б., Виноградова Т. А. Современные проблемы гидрологии: Учебное пособие. – М.: Академия, 2008. – 320 с.
3. Михайлов, В. Н. Общая гидрология : учеб. для вузов. - М. : Высш. шк., 1991. - 368 с.

Учебно-методическая литература

1. Гидрология: учебно-методическое пособие. / авт.-сост. М. В. Нефедова, В. В. Конева - Ставрополь : СКФУ, 2014. - 109 с.
2. Гидрология. Лабораторные работы : учебно-метод. пособие / авт.-сост. К. Ю. Шкарлет, К. В. Харин - Ставрополь : СГУ, 2006. - 52 с.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины:

- 1 http://www.uspi.ru/publications/hydrosfera/gidrosf.htm#point1_2 - Тарасов В.И. "Гидросфера": Учебное пособие. Уссурийский госпединститут, 2004.
- 2 www.rgo.org.ru – Сайт русского географического общества
- 3 www.speleogenesis.info - Виртуальный научный журнал
- 4 www.wsyachina.narod.ru - Науки о Земле. Библиотека статей