

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Щёкина Вера Витальевна

Должность: Ректор

Дата подписания: 14.11.2022 08:40:05

Уникальный программный ключ:

a2232a55157e576551a8999b1190892af53989420420300



МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования

«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Рабочая программа дисциплины

УТВЕРЖДАЮ

Декан естественно-географического
Факультета ФГБОУ ВО «БГПУ»

И.А. Трофимцова И.А. Трофимцова

«28» апреля 2021 г.

Рабочая программа дисциплины ГИДРОЛОГИЯ

Направление подготовки
05.03.06 ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Профиль
«ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

Принята
на заседании кафедры географии
(протокол № 8 от «21» апреля 2021 г.)

Благовещенск 2021

СОДЕРЖАНИЕ

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	3
2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ	4
3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ	5
4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	8
5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	10
6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА.....	37
7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ	44
8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ	44
9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ	44
10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА	45
11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ	46

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель дисциплины: формирование системы основных научных знаний в области гидрологии и методов исследований водных объектов.

1.2 Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Гидрология» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» (Б1.В.06).

Для освоения дисциплины «Гидрология» студенты используют знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения предметов «География», «Физика», «Химия» и «Биология» на предыдущем уровне образования, а также в ходе освоения студентами дисциплин «Геология», «Общее землеведение».

1.3 Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций: ПК-1.

ПК-1. Владеет системой фундаментальных понятий и законов экологии, биологии, химии, наук о земле, **индикатором** достижения которой является:

ПК-1.3. Понимает основные принципы, законы, методологию землеведения, почвоведения, гидрологии, ландшафтования, топографии и картографии

1.4 Перечень планируемых результатов обучения. В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- закономерности и основные факторы формирования речного стока;
- типы питания и фазы водного и ледового режима рек;
- об организации и методах гидрологических наблюдений и исследований;
- методы исследования водных ресурсов на основе современного состояния вопросов о гидрологическом режиме рек, морей, озер и водохранилищ;
- задачи и виды гидрологических наблюдений;
- требования к измерителям уровня, скорости и расхода воды, физические принципы, положенные в основу измерения современными средствами измерений основных гидрологических характеристик – уровня и расхода воды;

уметь:

- производить анализ материалов наблюдений за основными гидрологическими характеристиками – уровнем и расходом воды;
- проектировать и осуществлять комплексные исследования;
- участвовать в работе исследовательских коллективов по решению научных задач в области гидрологических исследований;
- расчленять гидрограф по типам питания в зависимости от особенностей гидрогеологического строения;
- рассчитывать основные характеристики стока;
- выполнять обработку наблюдений за стоком с целью определения гидрологических характеристик;

владеть:

- методами расчета основных характеристик годового стока и его внутригодового распределения;
- нормативной, справочной и научной литературой и другими директивными документами по расчетам основных гидравлических и гидрологических характеристик;
- приемами выбора, назначения и обоснования наиболее подходящих способов получения материалов гидрометрических наблюдений.

1.5 Общая трудоемкость дисциплины «Гидрология» составляет 2 зачетные единицы (далее – ЗЕ) (72 часа).

Программа предусматривает изучение материала на лекциях, лабораторных и практических занятиях. Предусмотрена самостоятельная работа студентов по темам и разделам. Проверка знаний осуществляется фронтально, индивидуально.

1.6 Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Объем дисциплины и виды учебной деятельности (очная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
Общая трудоёмкость	72	3
Аудиторные занятия	44	
Лекции	18	
Лабораторные занятия	12	
Практические занятия	14	
Самостоятельная работа	28	
Вид итогового контроля		зачет

2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Учебно-тематический план (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Всего часов	Аудиторные занятия			Само- сто- тель- ная ра- бота
			Лек- ции	Лабо- то- рные	Прак- тиче- ские	
1	Тема 1. Введение	1	1			
2	Тема 2. Химические и физические свойства природных вод	3	1			2
3	<i>Практическая работа № 1. Тема: Химические и физические свойства природных вод, их географическое значение</i>	2			2	
4	Тема 3. Физические основы процессов в гидросфере	4				4
5	Тема 4. Круговорот воды в природе, водные экосистемы и водные ресурсы Земли	6	2			4
6	<i>Лабораторная работа № 1. Тема: Круговорот воды и водный баланс</i>	4		4		
7	Тема 5. Гидрология ледников	3	1			2
8	<i>Практическая работа № 2. Тема: Ледники и снеговая граница</i>	2			2	
9	Тема 6. Гидрология подземных вод	4	2			2
10	<i>Практическая работа № 3. Тема: Динамика подземных вод</i>	2			2	
11	Тема 7. Гидрология озер	4	2			2
12	Тема 8 Гидрология болот	6	2			4
13	Тема 9. Гидрология рек	6	4			2
14	<i>Лабораторная работа № 2. Тема: Гидрографическая характеристика реки. Определение расходов воды аналитическим способом</i>	2		2		
15	<i>Лабораторная работа № 3. Тема: Характеристики водности рек. Питание и водный режим рек.</i>	2		2		
16	<i>Лабораторная работа № 4. Тема: Гидрограф и его расчленение</i>	2		2		
17	<i>Лабораторная работа № 5. Тема: Речной сток и русловые процессы</i>	4		2	2	
18	Тема 10. Гидрология водохранилищ	4				4
19	Тема 11. Гидрология океанов и морей	5	3			2

20	<i>Практическая работа № 4. Анализ распределения солености и плотности воды в Мировом океане. Термический режим океана.</i>	2			2	
21	<i>Практическая работа № 5. Волнение в океане. Приливы и отливы</i>	2			2	
22	<i>Практическая работа № 6. Течения в Мировом океане</i>	2			2	
	ИТОГО	72	18	12	14	28

Интерактивное обучение по дисциплине «Гидрология»

№	Наименование тем	Вид занятия	Форма интерактивного занятия	Кол-во часов
1	Тема 4. Круговорот воды в природе, водные эко-системы и водные ресурсы Земли	ЛК	Лекция с ошибками	2
2	Тема 6. Гидрология подземных вод	ЛК	Лекция с ошибками	2
3	Тема 8 Гидрология болот	ЛК	Лекция с элементами дискуссии	2
4	Тема 11. Гидрология океанов и морей	ЛК	Лекция с элементами дискуссии	3
5	Практическая работа № 5. Волнение в океане. Приливы и отливы	ПР	Просмотр и обсуждение видеофильмов	2
			ИТОГО	11

3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)

Тема 1. Введение. Вода в природе и жизни человека. Понятие о гидросфере. Водные объекты: водотоки, водоемы, особые водные объекты. Гидрологические характеристики. Понятие о гидрологическом состоянии и гидрологическом режиме водного объекта. Гидрологические процессы.

Науки о природных водах. Общая гидрология как наука, изучающая наиболее общие закономерности гидрологических процессов, ее предмет, задачи, составные части, связь с другими науками. Понятие о гидроэкологии и экологической гидрологии. Методы гидрологических исследований.

Использование природных вод в народном хозяйстве и практическое значение гидрологии. Меры, принимаемые в России для рационального использования и охраны водных ресурсов. Водное законодательство в России. Государственный учет вод. Государственный водный кадастр.

Краткие сведения из истории гидрологии.

Тема 2. Химические и физические свойства природных вод. Вода как химическое соединение, ее молекулярная структура и изотопный состав. Химические свойства природных вод. Вода как растворитель. Классификация природных вод по минерализации и солевому составу. Особенности солевого состава атмосферных осадков, речной и морской воды. Газы, биогенные и органические вещества, микроэлементы в природных водах. Загрязнение природных вод и борьба с ним. Понятие о качестве воды.

Физические свойства природных вод. Агрегатные состояния воды: жидкая вода, водяной пар, лед. Фазовые переходы. Плотность воды и ее зависимость от температуры, минерализации (солености) и давления. Зависимость температуры замерзания и температуры наибольшей плотности от солености воды.

Тепловые свойства воды, ее теплопроводность. Вязкость воды. Поверхностное натяжение. Общие закономерности распространения света и звука в воде.

Гидрологическое и физико-географическое значение физических свойств и "аномалий" воды.

Тема 3. Физические основы процессов в гидросфере. Фундаментальные законы физики - сохранения вещества, сохранения энергии и изменения импульса (количества движения) и их использование при изучении водных объектов.

Понятие о водном балансе объекта или части суши, балансе растворенных и взвешенных веществ в водном объекте, о тепловом балансе водного объекта или части суши. Универсальные уравнения водного баланса и теплового баланса.

Понятие о применимости законов механики к движению воды в водных объектах. Ламинарное и турбулентное, установившееся и неустановившееся, равномерное и неравномерное движение воды. Физические силы, действующие в водных объектах.

Тема 4. Круговорот воды в природе и водные ресурсы Земли. Вода на земном шаре. Единство гидросферы. Изменение запасов воды на Земле. Круговорот тепла на земном шаре и роль в нем природных вод.

Круговорот воды: глобальный круговорот и его материковое и океаническое звенья, внутриматериковый кругооборот. Водный баланс земного шара, Мирового океана, суши.

Круговорот на земном шаре содержащихся в воде веществ. Миграция наносов и солей.

Влияние гидрологических процессов на природную среду (облик планеты, ее климат, рельеф, развитие жизни). Роль воды в формировании ландшафтов.

Водные экосистемы; абиотические и биотические части водных экосистем, их взаимодействие и связь с окружающей средой.

Понятие о водных ресурсах. Отличие водных ресурсов от других природных ресурсов. Водные ресурсы земного шара, континентов, России.

Основные принципы рационального использования и охраны природных вод от истощения и загрязнения.

Тема 5. Гидрология ледников. Происхождение ледников и их распространение на земном шаре. Снеговой баланс и снеговая линия. Типы ледников, покровные и горные ледники. Образование и строение ледников. Питание и таяние ледников, баланс льда и воды в ледниках. Режим и движение ледников. Роль ледников в питании и режиме рек. Хозяйственное значение горных ледников.

Тема 6. Гидрология подземных вод. Происхождение и распространение подземных вод. Водно-физические свойства почв и грунтов. Виды воды в порах грунта. Классификация подземных вод. Типы подземных вод по характеру залегания: воды зоны аэрации, воды зоны насыщения. Грунтовые воды. Артезианские воды. Движение подземных вод. Закон фильтрации Дарси.

Водный баланс и режим подземных вод. Роль подземных вод в питании рек. Взаимодействие поверхностных и подземных вод. Запасы и ресурсы подземных вод, их использование и охрана.

Тема 7. Гидрология озер. Озера и их распространение на земном шаре. Типы озер по происхождению котловин и характеру водообмена. Морфология и морфометрия озер.

Водный баланс сточных и бессточных озер. Колебания уровня воды в озерах. Течения, волнение, перемешивание воды в озерах. Тепловой и ледовый режим озер. Термический бар.

Основные особенности гидрохимического и гидробиологического режима озер. Классификация озер по минерализации и солевому составу воды. Источники загрязнения озер и меры по охране их вод. Наносы и донные отложения в озерах. Водные массы озер. Влияние озер на речной сток. Проблемы крупных озер типа Каспийского и Аральского морей и изменения их режима. Использование озер в народном хозяйстве.

Тема 8. Гидрология болот. Происхождение болот и их распространение на земном шаре. Типы болот. Строение, морфология и гидрография торфяных болот. Развитие торфяного болота.

Водный баланс и гидрологический режим болот. Влияние болот и их осушения на речной сток. Хозяйственное значение болот.

Тема 9. Гидрология рек. Реки и их распространение на земном шаре. Типы рек. Водосбор и бассейн реки. Морфометрические характеристики бассейна реки. Физико-географические и геологические характеристики бассейна реки. Река и речная сеть. Долина и русло реки. Продольный профиль реки.

Питание рек, виды питания (дождевое, снеговое, ледниковое, подземное), классификация рек по видам питания. Расчленение гидрографа реки по видам питания. Испарение воды в речном бассейне.

Водный баланс бассейна реки. Водный режим рек. Виды колебаний водности рек. Фазы водного режима: половодье, паводки, межень. Классификация рек по водному режиму. Уровень воды, скорости течения, расходы воды в реках и методы их измерения.

Речной сток и его составляющие. Понятие о стоке воды, наносов, растворенных веществ, тепла. Количественные характеристики стока воды: объем стока, слой стока, модуль стока, коэффициент стока. Физико-географические факторы стока воды. Пространственное распределение стока воды на территории СНГ и факторы, его определяющие.

Движение воды в реках. Распределение скоростей течения в речном потоке. Формула Шези. Поперечная циркуляция в речном потоке. Трансформация паводков.

Движение речных наносов. Характеристики речных наносов. Геометрическая и гидравлическая крупность наносов. Влекомые и взвешенные наносы. Русловые процессы и их типизация. Микро-, мезо- и макроформы речного русла и их динамика. Плесы и перекаты, излучины.

Изменение температуры воды в пространстве и во времени; фазы ледового режима: замерзание, ледостав, вскрытие. Ледоход, заторы и зажоры. Толщина льда на реках.

Основные черты гидрохимического и гидробиологического режима рек. Источники загрязнения рек и меры по охране вод.

Устья рек, их классификация и районирование. Гидрологические процессы в устьях рек, формирование дельт.

Хозяйственное значение рек. Влияние хозяйственной деятельности на режим рек. Регулирование стока. Антропогенные изменения стока рек России.

Тема 10. Гидрология водохранилищ. Назначение водохранилищ и их размещение на земном шаре. Виды водохранилищ и их классификация. Основные морфометрические и гидрологические характеристики водохранилищ. Отличия водохранилищ от рек и озер, их гидрологическая специфика и особенности формирования режима.

Водный режим водохранилищ. Особенности гидрохимического и гидробиологического режима водохранилищ. Заиление и занесение водохранилищ. Влияние водохранилищ на речной сток и окружающую природную среду.

Тема 11. Гидрология океанов и морей. Мировой океан и его части. Классификация морей. Происхождение, строение, рельеф дна Мирового океана. Донные отложения. Водный баланс и водообмен океанов и морей.

Соленость воды в океанах и морях, методы ее определения. Распределение солености воды в Мировом океане. Термика океанов и морей. Тепловой баланс океана. Распределение температуры воды в Мировом океане. Особенности режима солености и температуры воды внутренних морей. Плотность морской воды и ее зависимость от температуры, солености и давления. Понятие об условной плотности. Распределение плотности воды. Перемешивание вод в океанах и морях.

Морские льды и их классификация. Особенности замерзания морской воды. Физические свойства морского льда. Движение льдов. Оптические и акустические свойства морских вод.

Морское волнение. Волны зыби, ветровые волны, деформация волн у берега. Внутренние волны.

Приливы. Приливообразующая сила. Элементы приливной волны. Деформация приливной волны у берега. Приливы в морях, в заливах, в устьях рек.

Морские течения и их классификация. Теория ветровых течений. Спираль Экмана. Плотностные и геострофические течения. Циркуляция вод в Мировом океане.

Уровень океанов и морей. Кратковременные, сезонные и долговременные изменения уровня в океанах и морях. Сейши, цунами, штормовые нагоны.

Водные массы Мирового океана. Понятие о Т,С-анализе. Природные ресурсы Мирового океана, их использование и охрана.

Заключение. Основные итоги курса. Водохозяйственные и водно-экологические проблемы и роль гидрологии в их решении. Перспективы развития гидрологии.

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа призвана помочь студентам естественно-географического факультета в организации самостоятельной работы по освоению дисциплины «Гидрология». «Гидрология» - одна из наук о Земле, которая изучается для целей актуализации прежних знаний студентов, а также позволяет получить специализированные знания о гидрологических объектах.

Исходный уровень знаний студентов определяется тестированием, текущий контроль усвоения знаний определяется устным или письменным (в том числе тестовым) опросом в ходе занятий

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться с содержанием рабочей программы.

Одной из форм организации учебной деятельности является *лекция*, имеющая целью дать систематизированные основы научных знаний по дисциплине. Вопросы, возникшие в ходе лекций, рекомендуется делать на полях, и после окончания лекции обратиться за разъяснениями к преподавателю. Необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций рекомендуется использовать при подготовке к практическим занятиям, зачету.

На лекциях определяются задания по самостоятельному изучению учебной и научной литературы, ведется диалог с преподавателем, поэтому очень важна регулярность посещения лекций.

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы использовать рекомендованную литературу;
- ответить на контрольные вопросы, представленные в практикуме или системе электронной поддержки обучения по соответствующей теме.

Практикум по дисциплине «Гидрология» проводится в виде лабораторных и практических работ. Практикум позволяет углубить и закрепить теоретические знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы с учебной литературой.

На каждом занятии проводится предварительный опрос по изученной и новой темам.

При подготовке к практическому занятию необходимо:

- изучить, повторить теоретический материал по заданной теме;
- изучить материалы практикума по заданной теме;
- выполнить задания по соответствующей теме в системе электронной поддержки обучения.

До начала занятия дежурные студенты обязаны получить на подгруппу соответствующую методическую литературу в читальном зале, а по окончании работы – сдать. Каждый студент самостоятельно приводит свое рабочее место в порядок и возвращает на место полученные материалы.

По мере работы на практических занятиях необходимо обращаться к картографическим материалам (настенным картам, атласам, схемам) для выполнения заданий.

Пропущенные занятия отрабатываются студентами самостоятельно в дни и часы, отводимые для этих целей (по расписанию).

Методические указания по организации внеаудиторной самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студента необходима как для более глубокого освоения вопросов, изучаемых в часы аудиторных занятий, так и для организации последовательного изучения материала, вынесенного на самостоятельное освоение. В качестве форм самостоятельной работы при изучении дисциплины предлагаются:

- работа с научной и учебной литературой;
- подготовка устных сообщений с мультимедийной презентацией;
- подготовка к опросам, зачету.

Задачи самостоятельной работы:

- обретение навыков самостоятельной научно-исследовательской работы: поиска и анализа информации;
- выработка умения самостоятельно и критически подходить к изучаемому материалу.

Рекомендации по подготовке сообщения с мультимедийной презентацией

Устное сообщение делается в ходе практического или лекционного занятия, проводимого в интерактивной форме – что подразумевает обсуждение излагаемого материала студентами группы. Темы для сообщений предлагаются преподавателем или выбираются студентом самостоятельно (в этом случае нужно согласовать тему с преподавателем). Сообщение должно раскрывать заявленную тему, быть достаточно кратким, хорошо иллюстрированным, научно достоверным. Источник информации и иллюстраций обязательно должен указываться. Информацию нужно излагать последовательно и логично, следуя заранее составленному плану сообщения.

Рекомендации по подготовке к зачету

Цель зачёта - оценить уровень сформированности компетенций студентов в рамках промежуточного контроля. Требования и критерии выставления зачётной оценки изложены в п. 6.2 настоящей рабочей программы.

Следует помнить, что при оценке знаний, умений и навыков на зачете учитываются: текущая аттестация, посещение учебных занятий, участие в работе на практических и лабораторных занятиях, выполнение заданий для самостоятельной работы. Поэтому к установленной дате сдачи зачёта следует ликвидировать имеющиеся задолженности. Помимо ответа на вопросы билета, преподаватель может дополнительно опросить по разделам учебной дисциплины, качество подготовки по которым вызывает у него сомнения.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Формы/виды самостоятельной работы	Количество часов, в соответствии с учебно-тематическим планом
1	Тема 2. Химические и физические свойства природных вод	Изучение основной и дополнительной литературы. Подготовка к тестированию, устному и письменному опросу, зачету	2
2	Тема 3. Физические основы процессов в гидросфере	Изучение основной и дополнительной литературы. Подготовка к тестированию, устному и письменному опросу, зачету	4
3	Тема 4. Круговорот воды в природе, водные экосистемы и водные ресурсы Земли	Изучение основной и дополнительной литературы. Подготовка к тестированию, устному и письменному опросу, зачету	4

4	Тема 5. Гидрология ледников	Изучение основной и дополнительной литературы. Подготовка к тестированию, устному и письменному опросу, зачету	2
5	Тема 6. Гидрология подземных вод	Изучение основной и дополнительной литературы. Подготовка к тестированию, устному и письменному опросу, зачету	2
6	Тема 7. Гидрология озер	Изучение основной и дополнительной литературы. Подготовка к тестированию, устному и письменному опросу, зачету	2
7	Тема 8 Гидрология болот	Изучение основной и дополнительной литературы. Подготовка к тестированию, устному и письменному опросу, зачету	4
8	Тема 9. Гидрология рек	Изучение основной и дополнительной литературы. Подготовка к тестированию, устному и письменному опросу, зачету	2
9	Тема 10. Гидрология водохранилищ	Изучение основной и дополнительной литературы. Подготовка к тестированию, устному и письменному опросу, зачету	4
10	Тема 11. Гидрология океанов и морей	Изучение основной и дополнительной литературы. Подготовка к тестированию, устному и письменному опросу, зачету	2
Итого:			28

5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Практическая работа № 1.

Тема занятия: Химические и физические свойства природных вод, их географическое значение

Задание. Построить и объяснить график зависимости плотности воды от ее температуры. Рассматривается диапазон температур наблюдаемый во всех аквальных комплексах планеты. Полученные выводы записать.

Ответьте на вопросы:

- на что влияет плотность воды?
- Какую плотность воды Вы можете назвать оптимальной? И оптимальной для чего?
- Может ли человек повлиять на плотность вод Мирового океана?

Литература

1. Аполлов, Борис Александрович. Учение о реках: учеб. для географ. фак. ун-тов / Б. А. Аполлов. - М. : Изд-во МГУ, 1963. - 423 с. (4)
2. Виноградов, Юрий Борисович. Современные проблемы гидрологии [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов / Ю. Б. Виноградов, Т. А. Виноградова. - М. : Академия, 2008. - 318, [2] с. : (12)
3. Леонтьев, Олег Константинович. Физическая география Мирового океана [Текст] : [учеб. пособие] / О. К. Леонтьев. - М. : Изд-во МГУ, 1982. - 200 с. (5)
4. Тессман, Николай Федосеевич. Полевая практика по метеорологии и гидрологии [Текст] : учеб. пособие для студ. геогр. фак. пед. ин-тов / Н. Ф. Тессман. - 2-е изд., доп. и перераб. - М. : Просвещение, 1967. - 120 с. : ил. - Библиогр.: с. 118 . (24)

Практическая работа № 2

Тема занятия: Ледники и снеговая граница

Задания:

- 1) Анализ информации. построить и проанализировать график хода высоты климатической снеговой границы по широтам;

2) решить задачу, используя уравнение скорости движения ледника, имеющего ламинарный характер.

Литература

1. Виноградов, Юрий Борисович. Современные проблемы гидрологии [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов / Ю. Б. Виноградов, Т. А. Виноградова. - М. : Академия, 2008. - 318, [2] с. : (12)

2. Любушкина, С. Г. Естествознание: Землеведение и краеведение: учеб. пособие для студ. пед. вузов / С. Г. Любушкина, К. В. Пеканг. - М. : Владос, 2002. - 455 с. - (Учебное пособие для вузов) (28)

3. Эдельштейн, Константин Константинович. Гидрология материков: учеб. пособие для студ. вузов / К. К. Эдельштейн. - М. : Академия, 2005. - 302, [1] с. (14)

4. Ямковой, Виталий Анатольевич. География воды в вопросах и ответах: учеб. пособие для учащихся общеобразоват. учреждений / В. А. Ямковой ; М-во образования и науки Рос. Федерации. - Благовещенск : Изд-во БГПУ, 2010. - 267 с. (5)

Практическая работа № 3

Тема занятия: Динамика подземных вод.

Задания:

1) решить задачу, используя формулы закона линейной фильтрации Дарси;
2) построить и проанализировать график колебания уровня грунтовых вод в пункте, расположенном на юге лесной зоны европейской части России.

Водный и термический режим озер.

Задание: вычертить и проанализировать кривые распределения температур в озере по вертикали в различные сезоны года.

Литература

1. Виноградов, Юрий Борисович. Современные проблемы гидрологии [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов / Ю. Б. Виноградов, Т. А. Виноградова. - М. : Академия, 2008. - 318, [2] с. : (12)

2. Любушкина, С. Г. Естествознание: Землеведение и краеведение: учеб. пособие для студ. пед. вузов / С. Г. Любушкина, К. В. Пеканг. - М. : Владос, 2002. - 455 с. - (Учебное пособие для вузов) (28)

3. Тессман, Николай Федосеевич. Полевая практика по метеорологии и гидрологии [Текст] : учеб. пособие для студ. геогр. фак. пед. ин-тов / Н. Ф. Тессман. - 2-е изд., доп. и перераб. - М. : Просвещение, 1967. - 120 с. : ил. - Библиогр.: с. 118 . (24)

4. Эдельштейн, Константин Константинович. Гидрология материков: учеб. пособие для студ. вузов / К. К. Эдельштейн. - М. : Академия, 2005. - 302, [1] с. (14)

Практическая работа № 4.

Тема занятия: Анализ распределения солености и плотности воды в Мировом океане. Термический режим океана.

Задание 1. Анализ информации. Вычертить и проанализировать график связи солености и плотности морской воды с ее температурой, осадками и испарением по широтам.

Задание 2:

- построить график зависимости температуры замерзания и температуры наибольшей плотности морской воды от ее солености;

- решить задачи, используя построенный график.

Литература

1. Леонтьев, Олег Константинович. Физическая география Мирового океана [Текст] : [учеб. пособие] / О. К. Леонтьев. - М. : Изд-во МГУ, 1982. - 200 с. (5)

2. Любушкина, С. Г. Естествознание: Землеведение и краеведение: учеб. пособие для студ. пед. вузов / С. Г. Любушкина, К. В. Пеканг. - М. : Владос, 2002. - 455 с. - (Учебное пособие для вузов) (28)

3. Эдельштейн, Константин Константинович. Гидрология материков: учеб. пособие для студ. вузов / К. К. Эдельштейн. - М. : Академия, 2005. - 302, [1] с. (14)

Практическая работа № 5

Тема занятия: Волнение в океане. Приливы и отливы

Задание: построить схему формирования трохоидальной волны и объяснить процесс возникновения волнения и перемещение частиц воды и гребня волны.

Задание: построить и объяснить схемы:

- 1) образования приливов по Ньютону;
- 2) полумесячного неравенства приливов;
- 3) суточного неравенства приливов.

Литература

1. Виноградов, Юрий Борисович. Современные проблемы гидрологии [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов / Ю. Б. Виноградов, Т. А. Виноградова. - М. : Академия, 2008. - 318, [2] с. : (12)
2. Леонтьев, Олег Константинович. Физическая география Мирового океана [Текст] : [учеб. пособие] / О. К. Леонтьев. - М. : Изд-во МГУ, 1982. - 200 с. (5)
3. Любушкина, С. Г. Естествознание: Землеведение и краеведение: учеб. пособие для студ. пед. вузов / С. Г. Любушкина, К. В. Пеканг. - М. : Владос, 2002. - 455 с. - (Учебное пособие для вузов) (28)
4. Михайлов, Вадим Николаевич. Гидрология [Текст] : учеб. для студ. вузов / В. Н. Михайлов, А. Д. Добровольский, С. А. Добролюбов. - 3-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2008. - 462, [1] с. (16)

Практическая работа № 6

Тема занятия: Течения в Мировом океане

Задания:

- 1) объяснить схему поверхностных течений (на примере Тихого или Атлантического океанов), указав основные направления потоков, происхождение и термический режим течений;
- 2) составить таблицу поверхностных течений одного из участков Мирового океана.

Подготовить сообщение на одну из тем:

1. Система течений в Индийском океане
2. Система течений в Тихом океане
3. Система течений в Атлантическом океане
4. Система течений в Северном Ледовитом океане.
5. Гольфстрим
6. Течение Западных ветров
7. Противотечения
8. Эль-Ниньо

Литература

1. Виноградов, Юрий Борисович. Современные проблемы гидрологии [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов / Ю. Б. Виноградов, Т. А. Виноградова. - М. : Академия, 2008. - 318, [2] с. : (12)
2. Леонтьев, Олег Константинович. Физическая география Мирового океана [Текст] : [учеб. пособие] / О. К. Леонтьев. - М. : Изд-во МГУ, 1982. - 200 с. (5)
3. Любушкина, С. Г. Естествознание: Землеведение и краеведение: учеб. пособие для студ. пед. вузов / С. Г. Любушкина, К. В. Пеканг. - М. : Владос, 2002. - 455 с. - (Учебное пособие для вузов) (28)
4. Эдельштейн, Константин Константинович. Гидрология материков: учеб. пособие для студ. вузов / К. К. Эдельштейн. - М. : Академия, 2005. - 302, [1] с. (14)

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Лабораторная работа № 1.

Тема занятия: Круговорот воды и водный баланс

Задания: решить задачи, используя метод водного баланса (дифференцированное уравнение водного баланса).

Вода в природе совершают малый и большой круговороты. В первом случае происходит испарение из океана и выпадение осадков в океан. Во втором случае, испарившаяся из океана влага частично выпадает в океан, а частично – на сушу в результате переноса воздушных масс.

Выпавшие на поверхность суши осадки формируют сток, попадая через некоторое время в океан. Соотношение прихода и расхода воды с учетом изменения ее запасов на определенной территории называется водным балансом. Уравнение водного баланса земного шара представляет собой равенство количества воды, испаряющейся с поверхности суши и океанов, количеству осадков, выпадающих на эти поверхности. Согласно данным в практике с земного шара испаряется 1130 мм воды и такое же количество поступает на сушу и в океан.

Несколько по-другому выглядит уравнение водного баланса для некоторой территории суши:

$$X = Y + E \pm W, \quad (1)$$

где X – суммарные осадки, Y – речной сток, E – суммарное испарение воды.

При сопоставлении приходной и расходной частей необходимо учитывать изменения запасов влаги W , характеризующих колебание снежного покрова, уровня воды в озерах, болотах и поймах рек, накопление и расходование грунтовых и почвенных вод. Другими словами, запасы влаги могут принимать положительное и отрицательное значение.

Это уравнение справедливо для годового периода. При рассмотрении многолетнего периода последнее слагаемое стремится к нулю. В этом случае уравнение водного баланса записывается в следующей редакции

$$\overline{X} \overline{Y} \overline{E} + \overline{W} \quad (2)$$

В этом уравнении все переменные представляют собой средние многолетние значения или нормы осадков, стока и испарения.

В отличие от уравнения водного баланса уравнение теплового баланса характеризует соотношение прихода и расхода тепла для некоторой территории:

$$LE_m = LE + T, \quad (3)$$

где LE_m – теплоэнергетические ресурсы, LE – расход тепла на суммарное испарение, T – суммарный теплообмен.

Теплоэнергетические ресурсы включают в себя радиационный баланс (разность между поглощенной коротковолновой радиацией Солнца и излучением земной поверхности за вычетом противоизлучения атмосферы), положительную составляющую турбулентного теплообмена и изменение запасов тепла в деятельном слое почвы:

$$LE_m = R^+ + P^+ + (B_1 - B_2). \quad (4)$$

В свою очередь суммарный теплообмен состоит из расхода тепла на нагревание воздуха, длинноволновое излучение земной поверхности в ночные часы и тепла конденсации водяных паров:

$$T = P^+ + I_k - LC. \quad (5)$$

В приведенных формулах L – скрытая теплота испарения воды. Уравнение теплового и водного баланса связаны соотношением

$$\beta_H = \frac{1 - \psi}{1 - \eta}, \quad (6)$$

$$(E + Y) \beta_H = H; \quad \psi = \frac{T}{LE_m} -$$

где H – суммарное увлажнение

$$E_m$$

$$LE_m$$

– коэффициент расхода тепла на турбулентный обмен и ночное длинноволновое излучение; HY . Рассмотрим основные элементы уравнения водного и теплового баланса, осадки и испарение.

Расчет испарения

Испарение - парообразование с поверхности воды, снега, почвы и растений, является основной составляющей водного баланса речных бассейнов, озер, водохранилищ и других водных объектов. В настоящее время расчеты испарения приобретают важное значение в связи с оценкой и динамикой водного баланса, следовательно, водных ресурсов страны и отдельных регионов, а также для проектирования и эксплуатации водохранилищ, мелиоративных систем, расчетов запасов влаги в почвогрунтах и т. д.

Процесс испарения состоит в том, что вода из жидкого или твердого состояния превращается в газ (пар). Молекулы воды, находясь в непрерывном движении, преодолевают силу взаимного молекулярного притяжения и вылетают в воздух, находящийся над поверхностью воды. Чем выше температура воды, тем больше скорость движения молекул и тем,

следовательно, большее количество молекул воды отрывается от ее поверхности и переходит в атмосферу - испаряется. Поэтому интенсивность испарения зависит, прежде всего, от температуры испаряющей поверхности.

Кроме того, часть молекул, оторвавшихся от поверхности воды и находящихся в воздухе, в процессе движения может снова попасть в воду.

Если количество молекул, переходящих из воздуха в жидкость, окажется больше, чем количество молекул, вылетающих из жидкости в воздух, происходит процесс, обратный испарению. Такой процесс называется конденсацией. Испарение зависит от разности между упругостью водяного пара, насыщающего пространство при температуре испаряющей поверхности, и упругостью водяного пара, фактически находящегося в воздухе. Интенсивность испарения возрастает, если в прилегающем к испаряющей поверхности слое воздуха существуют восходящие и нисходящие токи, называемые конвекционными. Они возникают в том случае, когда температура воздуха, непосредственно прилегающего к испаряющей поверхности, выше, чем температура вышележащих слоев.

Над большими водными пространствами, где испарение происходит одновременно с большой площади, горизонтальное перемещение воздуха не может обеспечить сколько-нибудь значительный горизонтальный приток более сухих масс воздуха. Однако с увеличением горизонтальной скорости ветра увеличиваются и вертикальные составляющие, вызывающие вертикальное перемещение масс воздуха, проходящих над поверхностью водоема. Это вертикальное перемещение воздуха и является основным для процесса испарения над обширными водными пространствами (океаны, моря, крупные озера). Испарение с поверхности почвы и испарение растительным покровом протекает значительно сложнее. Испарение с поверхности почвы определяется не только разностью упругости водяного пара и коэффициентом обмена, но и количеством влаги, находящейся в почве, и особенностями строения почвы.

С участков суши, покрытых растительностью, суммарное испарение формируется из трех составляющих: испарение непосредственно с почвы, испарение растительностью в процессе ее жизнедеятельности (транспирация), испарение осадков, задержанных растительной массой.

Таким образом, процесс испарения зависит от интенсивности теплового движения молекул: чем быстрее движутся молекулы, тем быстрее происходит испарение. Кроме того, немаловажными факторами, влияющими на процесс испарения, являются скорость внешней (по отношению к веществу) диффузии, а также свойства самого вещества. Другими словами, при ветре испарение происходит гораздо быстрее. Важным фактором является также площадь поверхности жидкости, с которой происходит испарение.

Испарение может быть с поверхности воды и с поверхности суши.

Испарение с поверхности воды

Испарение с поверхности воды определяют в основном метеорологическими факторами, то есть температурой воды и воздуха, дефицитом влажности воздуха и скоростью ветра. Дефицит влажности воздуха d представляет собой разность между влажностью насыщения e_0 при данной температуре и давлении и фактической влажностью e . При $(e_0 - e) > 0$

происходит испарение, при $(e_0 - e) < 0$ — конденсация (на снег и лед — сублимация). В случае $(e_0 - e) = 0$ наблюдается равновесие водяного пара над поверхностью воды.

На испарение с водной поверхности оказывают влияние такие факторы, как площадь, глубина и защищенность водоема. Слой испарившейся влаги с больших водоемов вследствие увеличения скорости ветра и высоты волн больше, чем с малых водоемов. Водоемы, защищенные высокой растительностью на берегах, постройками, горами, испаряют влаги меньше незащищенных. Наблюдения над испарением с водной поверхности в РФ ведут с помощью бассейнов-эталонов площадью 20 м^2 , глубиной 2 м (50 пунктов), а также испарителей ГГИ-3000 (около 500 пунктов) и новых теплоизолированных испарителей ГГИ-3000ТМ.

В соответствии с Указаниями по расчету испарения с поверхности водоемов, разработанными ГГИ (1969 г.), все водоемы применительно к расчету испарения делятся на три группы: малые, средние и большие.

К малым относятся водоемы площадью до 5 км^2 окружной или квадратной формы, имеющие среднюю длину разгона воздушного потока над водной поверхностью до 3 км; к средним — водоемы площадью от 5 до 40 км^2 ; к большим — более 40 км^2 .

Среднемноголетнее испарение (норма) с малых водоемов, расположенных в равнинных условиях, определяют по выражению:

$$E_B = E_{20} k_h k_z k_s, \quad (7)$$

где E — среднемноголетнее испарение с эталонного бассейна 20 м^2 , k_h , k_z и k_s — поправочные коэффициенты соответственно на глубину водоема, на защищенность водоема от ветра древесной растительностью, строениями, крутыми берегами и другими препятствиями, а также на площадь водоема.

В случае отсутствия данных наблюдений среднемноголетнее испарение с бассейна площадью 20 м^2 находят по карте изолиний (рисунок 1) методом интерполяции.

Поправочный коэффициент k_z определяют в зависимости от отношения средней высоты (м) препятствий h_z к средней длине (м) разгона воздушного потока Dh_z/D

Таблица 1 – Поправочный коэффициент на защищенность водоема от ветра древесной растительностью, строениями, крутыми берегами

h_z/D	0,0	0,01	0,03	0,05	0,07	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50
k_z	1,00	0,96	0,89	0,84	0,80	0,76	0,70	0,64	0,57	0,61

Поправочный коэффициент на глубину водоема k_h находят по таблице 2 в зависимости от местоположения водоема (природной зоны) и средней глубины.

Таблица 2 – Поправочный коэффициент на глубину водоема k_h

Природная зона	Средняя глубина водоема, м					
	2	5	10	15	20	25
Тундровая и лесная	1,00	0,99	0,97	0,95	0,94	0,92
Лесостепная	1,00	0,98	0,96	0,95	0,94	0,92
Степная	1,00	0,96	0,95	0,94	0,93	0,93
Полупустынная	1,00	1,00	0,99	0,98	0,98	0,97
Пустынная	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Поправочный коэффициент на площадь водоема k_s для тундровой, лесной и лесостепной зон находят путем интерполяции с помощью таблицы 3.

Таблица 3 – Поправочный коэффициент k_s на площадь водоема

Площадь водоема, км ²	0,01	0,05	0,10	0,50	1,00	2,00	5,00
<i>k_s</i>	1,03	1,03	1,11	1,18	1,21	1,23	1,26

Расчетный годовой слой испарения с вероятностью превышения p вычисляют по формуле $E = k_p E_B$, (8)

где k_p – ордината аналитической функции, определяется по таблице 4 в зависимости от зоны.

Таблица 4 – Ординаты аналитической кривой обеспеченности годового испарения

Зона	C_V	Вероятность превышения P_E , %					
		1	3	5	10	25	50
I-V	0,15	1,35	1,28	1,25	1,19	1,10	1,00
VIII	0,10	1,23	1,19	1,16	1,13	1,07	1,00

Нормы испарения с поверхности малых водоемов по месяцам при отсутствии данных наблюдений приближенно вычисляют с помощью таблицы 5.

Таблица 5 – Испарение с поверхности малых водоемов (% годовой суммы за безледоставный период)

Зона	Месяц											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
I	-	-	-	-	-	20	45	30	5	-	-	-
II	-	-	-	-	7	28	33	23	9	-	-	-
III	-	-	-	-	16	25	21	20	14	4	-	-
IV	-	-	-	3	16	22	21	19	12	6	1	-
V	-	-	-	6	14	20	21	19	212	6	2	-
VI	-	-	3	6	13	17	20	19	13	7	2	-
VII	-	1	4	7	13	16	19	17	12	7	3	1
VII	2	3	4	7	12	15	16	16	12	7	4	2

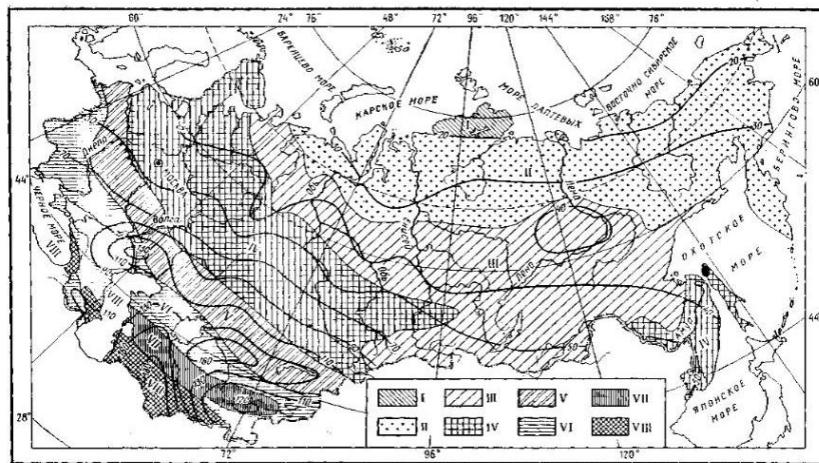


Рисунок 1 – Карта среднемноголетнего испарения с водной поверхности бассейна площадью 20 м² и схема районирования

Для III зоны испарение вычисляется по формуле

$$E_{III} = \frac{C_{III} E_B}{100},$$

где C_m – процент годовой суммы за безледоставный период.

Рассмотрим пример определения испарения с малого водоема при различных ситуациях и разными способами.

Пример выполнения задания

Определение испарения с малого водоема при отсутствии данных наблюдений

Исходные данные: площадь водоема (S), расположенного вблизи пункта Яркино 3,5 км^2 , средняя глубина (H) 4,5 м, средняя длина разгона воздушного потока (D) 3,5 км, средняя высота препятствий на берегу (h_{cp}) 10 м.

Требуется: 1) вычислить среднемноголетнее испарение; 2) определить годовой слой испарения с водной поверхности расчетной вероятностью превышения $p=10\%$; 3) распределить найденный годовой слой испарения по месяцам.

Порядок выполнения задания

1) среднемноголетнее испарение (норма) с малых водоемов,

расположенных в равнинных условиях, определяют по выражению (7).

Из-за отсутствия данных наблюдений среднемноголетнее испарение с бассейна площадью 20 м^2 находят по карте изолиний рисунок 3.1. Так, для водоема расположенного вблизи пункта Яркино $E_{20}=400$ мм (определяется методом интерполяции).

Поправочный коэффициент k_3 определяют в зависимости от отношения средней высоты (м) препятствий h_3 к средней длине (м) разгона воздушного потока D .

Для пункта Яркино, расположенного в лесостепной зоне, $h_{cp}/D=10/3500=0,0028$, $k_3=0,989$, что соответствует методом интерполяции по таблице 1

Поправочный коэффициент на глубину водоема kh находят по таблице 2 в зависимости от местоположения водоема (природной зоны) и средней глубины. Для водоема вблизи пункта Яркино расположенного в лесостепной зоне, глубина которого составляет 4,5 м и по таблице 3.2 находится между 1 и 0,98, в результате интерполяции получен коэффициент $kh=0,983$

Поправочный коэффициент на площадь водоема k_s для тундровой, лесной и лесостепной зон находят путем интерполяции с помощью таблицы 3. Для площади $S = 3,5 \text{ км}^2$ $k_s = 1,245$.

Таким образом, вычислим среднемноголетнее испарение

$$EB = 400 \times 0,989 \times 0,987 \times 1,245 = 484 \text{ мм.}$$

Полученное значение EB является нормой испарения с воды.

Расчетный годовой слой испарения с вероятностью превышения p вычисляют по формуле (8).

Пункт Яркино расположен в III зоне. При $p=10\%$ составит $k_p=1,19$.

Таким образом, испарение с вероятностью превышения 10% будет

$$E_{10} = 1,19 \times 484 = 576 \text{ мм.}$$

Нормы испарения с поверхности малых водоемов по месяцам при отсутствии данных наблюдений приближенно вычисляют с помощью таблицы 5.

Для III зоны испарение вычисляется по формуле (9)

В таблице 6 приведены значения норм испарения по месяцам, вычисленные по формуле (9).

Таблица 6 – Расчетное испарение по месяцам вблизи пункта Яркино (III зона)

Месяц	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	За год
Испарение, мм	-	-	-	-	77,44	121	101,64	96,8	67,76	19,36	-	-	484

Таким образом, рассчитано годовое испарение с водоема в пункте Яркино, которое составило $E_c=484$ мм, определены месячные значения испарения за безледоставный период, приведенные в таблице 6.

Испарение с поверхности суши.

Под испарением с поверхности суши понимается сумма всех видов этого процесса: биологическое испарение с листьев растений (транспирация), физическое испарение с орошенных атмосферными осадками листьев, испарение с почвы, снега, льда, с водоемов, расположенных на исследуемой территории и т. д.

Методы расчета испарения с поверхности суши основаны на использовании уравнений водного и теплового балансов, их связи, на закономерностях переноса влаги от испаряющей поверхности в атмосферу.

Выбор метода расчета зависит от поставленной задачи, наличия исходных данных, природных условий и требуемой точности результатов расчета.

Определение испарения с суши с помощью карты изолиний испарения

Среднемноголетнее годовое испарение с больших площадей (до 9 900 км²) в приближенных расчетах удобно определять по *карте изолиний испарения*, построенной в ГГИ на основе уравнения водного баланса для суши по разности средне-многолетних годовых сумм атмосферных осадков и среднемного-летнего годового стока рек. На карте оконтуривается площадь расчетной территории (например, водосбора реки) и наносится центр ее тяжести. Если площадь пересекается несколькими изолиниями, то испарение вычисляют как средневзвешенную величину аналогично изложенному в предыдущем пункте.

При расположении исследуемой площади на карте между двумя соседними изолиниями расчетную величину находят для центра тяжести площади путем интерполяции между соседними изолиниями.

Погрешность снимаемых с карты значений испарения для равнинной территории составляет 15 %. Для горных районов и Крайнего Севера ошибка возрастает до 20 %, а в слабоизученных районах - до 40 %.

Пример выполнения задания

Исходные данные: карта среднегодового слоя испарения с суши.

Требуется: определить (приближенно) среднемноголетнее годовое испарение для пункта Усть-Када (III зона).

Порядок выполнения задания

По карте (рисунок 2) находят расположение пункта Усть-Када Иркутской области и определяют центр тяжести водосбора. Зная координаты центра тяжести, методом интерполяции, находим норму среднегодового испарения. Следовательно, для пункта Усть-Када Иркутской области среднемноголетнее годовое испарение (норма) равно 320 мм.

Определение испарения с суши методом турбулентной диффузии

Расчет по температуре и влажности воздуха (метод А. Р. Константинова) основан на установлении оттока водяного пара от испаряющей поверхности, разработан на основе теории турбулентной диффузии и используется для районов избыточного и достаточного увлажнения равнинной территории России с площади, окружающей метеорологическую станцию, в несколько квадратных километров. Метод не рекомендуется применять для районов сухих степей, полупустынь и пустынь. Норму годового испарения находят по номограмме (рисунок 3) в зависимости от среднегодовой температуры и влажности воздуха.

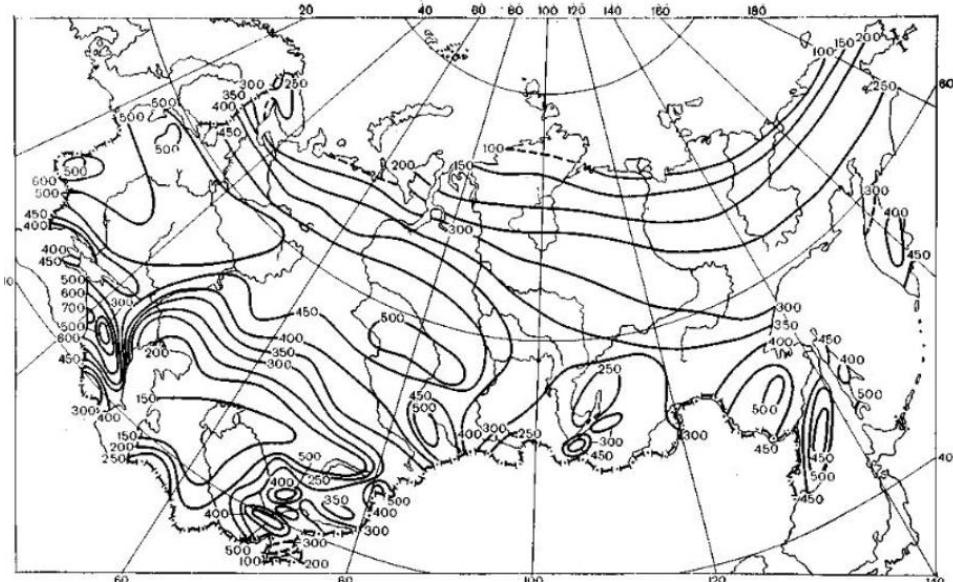


Рисунок 2 - Карта среднемноголетнего годового слоя испарения (мм)

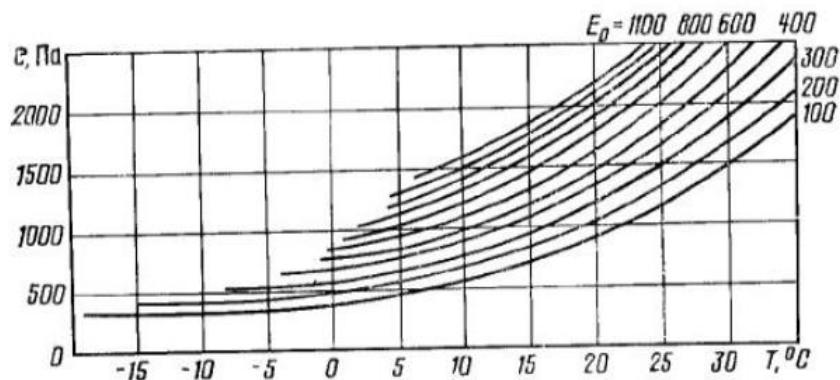


Рисунок 3 - Номограмма для вычисления среднемноголетнего годового испарения $E0$ (мм) по среднегодовой температуре T и влажности воздуха e (Па)

Метеорологические станции, расположенные вблизи водоемов, нерепрезентативны для определения испарения с суши. Они должны быть удалены от реки на расстояние, более чем в 5 раз превышающее ее ширину, от водоема шириной до 1 км на расстояние, превышающее ее ширину, от больших водоемов на расстояние около 1/3 его ширины. Влияние моря распространяется на зону до 150 км.

Пример выполнения задания.

Исходные данные: для пункта Яркино среднегодовая температура воздуха t за многолетний период составляет -2.8°C , а влажность $e=600$ Па.

Требуется: определить среднемноголетнее годовое испарение для пункта Яркино.

Порядок выполнения задания

Пользуясь номограммой (рисунок 3), проводят перпендикуляры от указанных значений t и e . Для точки их пересечения, интерполируя между изолиниями, получают для пункта Яркино $E0 = 310$ мм.

Определение испарения с суши методом решения уравнения связи водного и теплового балансов М.И. Будыко

Количество воды (в граммах), необходимое для образования 1 г сухого вещества растения, называется *транспирационным коэффициентом*. Он зависит от биологии растений и изменяется в широких пределах. Большое влияние на транспирацию оказывают солнечная радиация и влажность почвы, от которых зависит жизнь и рост растений.

Испарение с растительного покрова измеряют почвенными испарителями или зимерами, однако в малых испарителях растения находятся в угнетенном состоянии и только с помощью больших испарителей можно правильно судить о транспирации.

С помощью водного баланса среднее многолетнее испарение определяется как разность между осадками и стоком с водосбора. Существуют косвенные методы расчета испарения с суши. М. И. Будыко на основании совместного решения уравнения водного и теплового балансов разработал метод определения среднего многолетнего испарения в зависимости от осадков и радиационного баланса. Для упрощения расчета испарения по методу Будыко построена номограмма (рисунок 4)

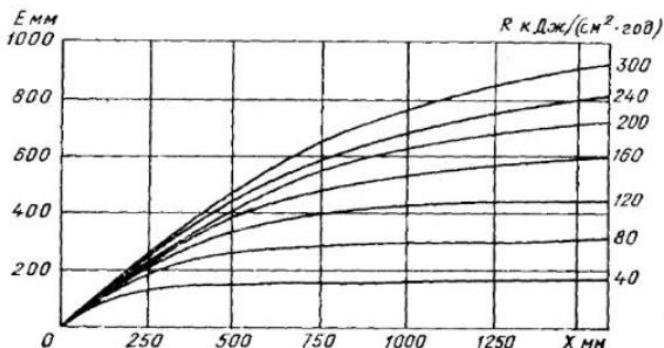


Рисунок 4 - Номограмма для вычисления среднемноголетнего годового испарения E (мм/год) по уравнению связи М.И. Будыко

Пример выполнения задания

Исходные данные: для пункта Яркино высота годового слоя осадков ($x=422$ мм) и радиационный баланс ($R=120$ кДж/см²)

Требуется: определить среднемноголетнее годовое испарение для пункта Яркино.

Порядок выполнения задания.

Пользуясь номограммой (рисунок 4), проводят перпендикуляры от указанных значений x и R . Для точки их пересечения, интерполируя между изолиниями, получают для пункта Яркино $E_c = 300$ мм.

Определение испарения с суши по методу гидролого-климатических расчетов.

При расчетах испарения в мелиоративных целях широко применяют гидролого-климатический метод, разработанный В.С. Мезенцевым.

Предложенное им уравнение для вычисления суммарного испарения с суши (мм) имеет следующий вид:

$$E = E_{max} \left[1 + \left(\frac{kx}{E_{max}} \right)^n \right]^{1/n}, \quad (10)$$

где E_{max} – максимально возможное испарение (водный эквивалент теплоресурсов испарения), мм; kx – общее увлажнение (на практике исправленные на недоучет прибором атмосферных осадков), мм; n – параметр, учитывающий гидравлические условия стока в разных ландшафтно-климатических условиях; для равнинного рельефа средних широт $n = 3,0$, а в горных районах $n = 2,0$; значение n принимают по аналогии с хорошо изученными в отношении элементов водного баланса водосборами.

Для определения максимально возможного испарения И.В. Карнацевич предложил формулу

$$E_{max} = 5,88 \sum t \quad (11)$$

где $\sum t$ – сумма среднемесячных положительных температур воздуха за год.

Внутригодовой ход максимально возможного испарения принимают в первом приближении таким же, как ход дефицита (недостатка) насыщения влагой воздуха d . Если подсчитать годовую сумму среднемесячных (декадных) дефицитов влажности $\sum di$, то значение $E_{max,i}$ за i -й интервал можно подсчитать по формуле

$$E_{max,i} = E_{max} \cdot d_i / d_i . \quad (12)$$

Норму испарения с речного бассейна, на котором расположено несколько метеорологических станций, определяют для каждой метеорологической станции. При равномерном распределении станций на площади бассейна применяют среднеарифметический метод, а при неравномерном - метод средневзвешенной величины с учетом доли площади бассейна, относящейся к соответствующей станции.

Пример выполнения задания

Исходные данные: для пункта Яркино сумма средних температур

$St_i = 52,1$, среднемноголетний слой осадков $x = 422$ мм, поправочный коэффициент для Иркутской области $k = 1,25$, параметр $n = 3$, учитывающий равнинный рельеф.

Требуется: определить среднемноголетнее годовое испарение для пункта Яркино.

Порядок выполнения задания

Согласно формуле (11) вычисляют испарение:

$$E_{max} = 5,88 \times 52,1 + 260 = 566 \text{ мм}$$

Используя выражение (9) находим испарение с суши

$$E = 566 \cdot \left[1 + \left(\frac{1,25 \cdot 422}{566} \right)^3 \right]^{-\frac{1}{3}} = 444 \text{ мм}$$

Вывод. Следует отметить, что с поверхности суши испарине можно вычислять несколькими способами. Выбор метода расчета зависит от поставленной задачи, наличия исходных данных и требуемой точности результатов расчета. В данной работе рассчитано испарение с поверхности суши четырьмя способами: с помощью карты изолиний испарения, методом турбулентной диффузии, методом решения уравнения связи водного и теплового балансов М.И. Будыко и по методу гидролого-климатических расчетов (В.С. Мезенцева).

Таким образом, найдено испарение по данным пункта Яркино, которое составило с малого водоема при отсутствии данных наблюдений 484 мм, с помощью карты изолиний испарения – 320 мм, методом турбулентной диффузии - 310 мм, методом решения уравнения связи водного и теплового балансов М.И. Будыко – 300 мм и по методу гидролого-климатических расчетов - 444 мм.

Вопросы для самопроверки

1. Уравнение водного баланса земного шара.
2. Уравнение теплового баланса.
3. Термоэнергетические ресурсы.
4. Суммарный теплообмен.
5. Испарение.
6. Виды испарения.
7. Факторы, влияющие на испарение.
8. Испарение заданной обеспеченности.
9. Приборы для определения обеспеченности.
10. Малый водоем.
11. Средний водоем.
12. Большой водоем.
13. Среднегодовое испарение.
14. Слой испарения с водной поверхности.
15. Годовой слой испарения.
16. Поправочный коэффициент соответственно на глубину водоема.
17. Поправочный коэффициент соответственно на защищенность водоема от ветра древесной растительностью, строениями, крутыми берегами и другими препятствиями .
18. Поправочный коэффициент соответственно на площадь водоема.
19. Испарение с поверхности суши.
20. Методы расчета испарения.
21. Метод турбулентной диффузии

22.Метод гидролого-климатических расчетов.

23.Карта изолиний годового испарения с поверхности суши.

24.Карта изолиний годового испарения с бассейна, площадью 20 м².

Варианты заданий

№варианта	S, км ²	H, м	D, км	hp, м	R, кдж/см ²	tr, гр	St, гр	е, Па
1	3	4	3	10	120	-3,7	46,5	560
2	4	3,5	4	15	120	-3,6	47	570
3	3,5	4,5	3,5	10	120	-2,8	52,1	600
4	4,5	3	4	12	120	-3,2	54,3	560
5	2,5	4,5	4,5	16	120	-2,9	48,4	550
6	3	4	4	13	120	-3	63,2	520
7	4,5	3,5	6	20	120	-2,8	72	550
8	3,5	4,5	4	22	120	-2,9	77,1	560
9	4	3,5	3,5	18	120	-2,3	78,2	570
10	5	6	4	15	120	-2,6	63,4	590
11	4,5	5,5	3,5	17	147	-2,5	64,5	580
12	3,6	6	4,5	21	147	-2,4	65,8	560
13	5	5	4	15	147	-2,4	64,3	570
14	4,2	4,5	3,5	14	147	-2,1	68,6	590
15	4,6	5	4	22	147	-2,6	67,5	570
16	5	3,5	4,5	20	133	-1,2	61,2	570
17	4,5	4	5	16	193	-1,2	62,3	560
18	3,5	3,5	3	15	180	-2,4	66,7	600
19	4,5	4,5	3,5	17	180	-2,4	68,7	600
20	5	5	4,5	22	180	-2,1	67,7	590
21	4,3	6	3	18	180	-2,5	68,3	590
22	4,8	5,4	4	21	193	-2,6	64,9	520
23	4	5,5	3	14	193	-2,1	65,3	590
24	4,5	5	3,5	17	193	-2,4	67,8	560
25	5	3,5	3,6	15	193	-2,4	72,1	560
26	3	5	4	16	120	-2,9	70	600
27	3	4,5	5	20	160	-2,5	65,5	570
28	4	3,5	5	24	165	-2,2	71,3	590
29	3,5	4,5	4,5	21	180	-2	72	600
30	4	4,5	4,5	20	190	-2,1	70,2	580
31	4,6	5,3	4,6	17	150	-2	66,8	590
32	4,7	4,6	4,5	15	160	-1,9	67,5	600
33	4,4	3,5	4	14	180	-2,2	69	570
34	4,2	3,8	5,2	13	170	-1,8	68	580
35	4,8	4,2	5,3	17	165	-2	70	570
36	4,5	5,5	5	16	160	-2,3	70,2	580
37	4	6	4,7	17	170	-1,8	67,8	600
38	4,6	5,7	4,2	22	190	-1,2	62,3	570
39	4,9	4,8	4,7	17	180	-0,4	64,5	580
40	3,6	5	3,8	18	190	-0,5	70,1	600
41	4,2	3,7	4,9	21	185	-0,8	70,2	610
42	3,9	4,3	5	16	186	-1,1	69,3	620
43	4	5,8	4,5	14	190	-1,2	68,2	580
44	4,5	4,7	4,7	17	156	-1,3	67,8	590

45	3,6	3,9	3,6	19	160	-2	38,2	600
46	4,8	3,6	3,8	20	170	-2,1	39	570
47	5	4,4	4,3	22	180	-1,5	66,7	550
48	3,2	5,1	4,4	18	175	-1,4	67,6	610
49	3,4	4,2	4,1	21	165	-1,7	60,9	590
50	4,5	3,8	3,7	13	190	-1,6	62	870

Анализ осадков при расчете водного баланса

Для измерения составляющих водного баланса организована гидрометеорологическая сеть, позволяющая в отдельных пунктах получать их значения на различных отрезках времени: сутки, пентада, декада, месяц и год.

Осадки бывают твердые и жидкие. По интенсивности выпадения их разделяют на ливневые, обложные и моросящие. Ливневые осадки характеризуются высокой интенсивностью и сравнительно малой продолжительностью. В отличие от ливневых осадков обложные осадки имеют незначительную интенсивность и продолжаются длительный период. Ливневые и обложные осадки выпадают в виде дождя или снега. Моросящие осадки состоят из мелких капель или крупинок снега и медленно оседают на земную или водную поверхность.

Дождевые осадки измеряются обычно осадкометром В.Д. Третьякова.

Прибор состоит из ведра с площадью поверхности 200 см^2 . Ведро устанавливают на высоте 2 м от поверхности почвы. От выдувания осадков измерительный прибор защищен металлическими планками. Осадки, скопившиеся в осадкомере, измеряют при помощи измерительного стакана, деление которого соответствует 0,1 мм. Измерения производят каждые сутки.

Для непрерывной автоматической записи количества жидких осадков используются самопишии дождемеры-плювиографы. Принцип работы прибора состоит в записи колебаний осадков на ленту при помощи пера.

Движение пера зависит от перемещения поплавка, который поднимается при увеличении объема воды в цилиндре. В отличие от осадкомера В.Д. Третьякова площадь ведра плювиографа равна 500 см^2 .

Для определения запасов воды в снеге h (количество воды, образующееся (количество воды, образующееся при таянии снега) необходимо знать относительную плотность снега d , как отношение массы снега и воды, и высоту снежного покрова $h_{\text{сн}}$: $h = d h_{\text{сн}}$.

Обычно снегозапасы по территории с Запада на Восток уменьшаются ввиду удаленности Атлантического океана. На слой осадков влияют высота рельефа местности. В горной местности количество осадков выпадает больше чем на равнине.

Вопросы для самопроверки

1. Осадки. Виды осадков.
2. Ливневые осадки. Обложные осадки. Моросящие осадки.
3. Запас воды в снеге. Снегозапасы.
4. Осадкометр Третьякова.
5. Снегомерная съемка.
6. Относительная плотность снега.
7. Высота снежного покрова.
8. Факторы формирования осадков.
9. Самопишии дождемеры.

Литература

1. Виноградов, Юрий Борисович. Современные проблемы гидрологии [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов / Ю. Б. Виноградов, Т. А. Виноградова. - М. : Академия, 2008. - 318, [2] с. : (12)
2. Михайлов, Вадим Николаевич. Гидрология [Текст] : учеб. для студ. вузов / В. Н. Михайлов, А. Д. Добровольский, С. А. Добролюбов. - 3-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2008. - 462, [1] с. (16)

Лабораторная работа № 2

Тема занятия: Гидрографическая характеристика реки. Определение расходов воды аналитическим способом

Задания: 1) построить гидрографическую схему реки и ее притоков; 2) построить продольный профиль реки; 3) вычислить густоту речной сети бассейна реки, коэффициент асимметрии бассейна, уклон продольного профиля всей реки, ее верхнего, среднего и нижнего течения.

Цель занятия – вычислить расход воды аналитическим способом по скоростям, измеренным гидрометрической вертужкой и глубинам потока.

Задачи

- освоить основные понятия гидрометрии;
- определить ширину реки;
- определить расход воды;
- определить площадь живого сечения реки;
- определить среднюю и максимальную скорости течения реки;
- определить среднюю и максимальную глубины реки;
- определить смоченный периметр и гидравлический радиус.

Краткая справка

Расход воды Q является основной характеристикой реки, представляя собой количество воды, протекающее через поперечное сечение реки за единицу времени. Обычно расходы воды измеряются в м³/с. В практике используются различные методы определения значения Q : по измеренным скоростям и глубинам, аэрогидрометрическим методом, способом смешения, по уклону и живому сечению, аналитическим способом.

Расчет расходов воды по измеренным скоростям и глубинам является графическим способом. В первую очередь строят профиль живого сечения, на котором обозначают флагами скоростные вертикали, а при наличии ледовых явлений – погруженный лед и шугу. На этом же чертеже строят профили скоростей $u = u(y)$. Масштаб глубин на них и на профиле живого сечения должен быть одинаковым. Далее площади профилей скоростей дважды планиметрируют (допустимое расхождение не более 2 %) и в результате получают расходы воды на скоростных вертикалях q , а из них средние скорости на вертикалях $uB = q/h$.

Определение расходов воды аэрогидрометрическим методом – это возможность измерений с самолета таких характеристик потока, как его глубина, скорость и расход воды.

Существуют две методики определения глубин.

1. С применением буйковой системы, состоящей из груза (якоря), к которому прикреплены на прочных нитях различной длины два буя. Буйковая система, сброшенная с самолета, погружается на дно потока. Оба буя всплывают на поверхность воды и удерживаются нитями на некотором расстоянии один от другого. 2. По расходу на вертикали q , измеренному поплавком-интегратором. Расстояние, на котором всплывает поплавок-интегратор от места его выпуска, определяется аэрофотосъемкой.

Определение расходов воды способом смешения основано на турбулентности потока.

Определение расходов воды по уклону и живому сечению – этот способ определения расходов воды сокращенно называют способом уклона-площади.

Он основан на использовании уравнения неравномерного движения воды, которое запишем для расхода Q

Одним из наиболее распространенных методов расхода воды является аналитический способ.

Для этого можно использовать выражение в виде многочлена:

$$Q = \omega + \frac{u_{e,1} + u_{e,2}}{2} \omega + \dots + \frac{u_{e,n-1} + u_{e,n}}{2} \omega + \frac{u_{e,n}}{2} \omega_+$$

где $iv, 1, iv, 2 \dots, iv, n$ – средние скорости на вертикалях, рассчитанные по формулам; $w1, w2 \dots, wn+1$ – площади водного сечения между вертикалями, принимаемые за трапеции; k – коэффициент для скоростей на прибрежных вертикалях, принимаемый равным 0,7 при пологом береге с $h=0$ на урезе, 0,8 при обрывистом береге реки или неровной стенке канала 0,9 при гладкой бетонной стенке канала.

Вместе с тем при измерении глубин может изменяться уровень воды в реке, что влияет на точность определения расхода воды. Чем выше уровень (разность между поверхностью воды и нулем графика) тем больше расход воды (рисунок). Если в течении измерения глубины воды и скоростей течения уровень изменяется незначительно, то его значение не учитывается при расчетах значения расхода воды.

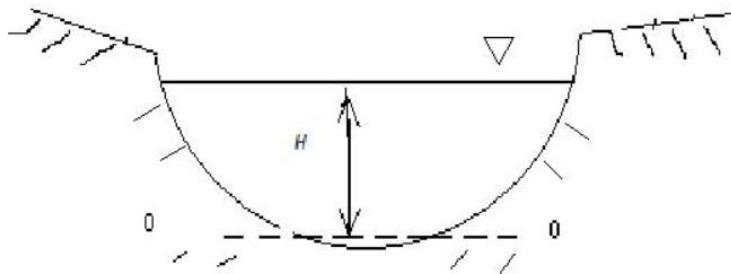


Рисунок 1 – Уровень воды в реке

Уровень на реках измеряется обычно 800 и 2000 ежесуточно, вместе с тем расход воды измеряется 20-30 раз в год, поэтому по уровням воды восстанавливают ежедневные расходы воды, используя нелинейную связь зависимости.

Пример выполнения задания

Исходные данные: выписка из книжки для записи изменения расхода на реке Безымянная (таблица 1 столбцы 1,2, 3, 4 и 9).

Требуется: вычислить расход воды (Q), смоченный периметр дна (χ); площадь живого сечения реки (w); ширину реки (B), среднюю глубину реки (h_{cp}), максимальную глубину реки (h_{max}), среднюю и максимальную скорость течения реки (v) и (v_{max}), гидравлический радиус (R).

Порядок выполнения задания

Данные схематически показаны на рисунке 2

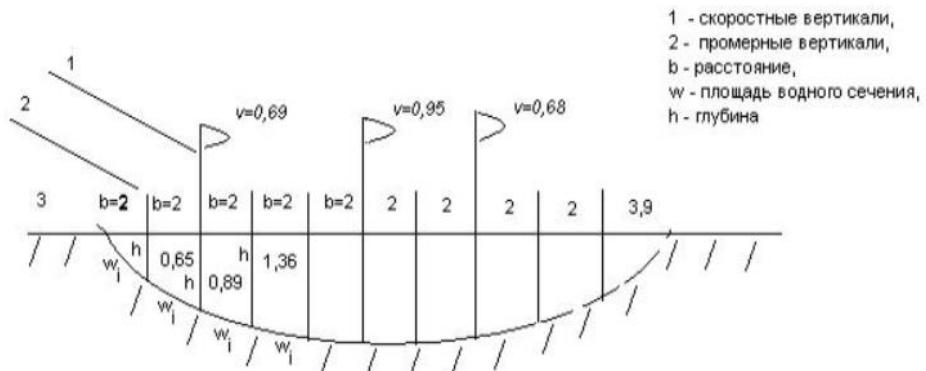


Рисунок 2 – Схема поперечного сечения реки с промерными и скоростными вертикалями

1) определяют средние глубины между промерными вертикалями как среднее ариф-

метическое средних глубин $\frac{0+0,65}{2} = 0,32, \frac{0,65+0,89}{2} = 0,77$ и т.д., заполняется столбец 5;

2) находят расстояние между промерными вертикалями, используя разницу между расстояниями от постоянного начала (столбец 6): $5-3=2, 7-5=2$ и т.д.;

3) вычисляют площади живого сечения между промерными вертикалями (столбец 7): $2 \times 0,32 = 0,64$, $2 \times 0,77 = 1,4$ и т.д.;

4) вычисляют площади живого сечения между скоростными вертикалями (столбец 8): $0,65 + 1,54 = 2,19$; $2,25 + 3,10 + 3,76 = 9,11$; $4,58 + 4,53 = 9,11$; $3,49 + 2,10 + 1,13 = 6,72$;

5) по данным столбца 9 вычисляются средние скорости между скоростными вертикалями (столбец 10) $0,69 \times k$, ($k=0,7$): $(0,69 + 0,95)/2 = 0,82$, $(0,95 + 0,68)/2 = 0,81$, $0,68 \times 0,7 = 0,47$;

6) расходы воды между скоростными вертикалями (столбец 11) находят путем умножения значений столбца 8 и 10 (произведение площади живого сечения между скоростными вертикалями и средней скоростью между скоростными вертикалями): $2,19 \times 0,48 = 1,05$; $9,11 \times 0,82 = 7,47$; $9,11 \times 0,81 = 7,42$; $7,42 \times 0,47 = 3,19$;

7) сумма значений 7 или 8 столбца представляет собой площадь живого сечения $-27,1 \text{ м}^2$;

Таблица 1 – Расчет расхода воды реки Безымянная аналитическим способом

№ вертика- лей	Расстояние от постоянного начала, м	Глубина, м		Площадь живого сечения, м ²		Средняя скорость, м/с		Расход воды между скоростными вертикалями, м ³ /с		
		Промерных скростиных	средняя между промерами вертикалями	Промерные между вертикалями	средняя между скростиными вертикалями	на вертикали между скростиными вертикалями	средняя между скростиными вертикалями			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Урез пб		3	0							
				0,32	2	0,64	2,19		0,48	1,05
1		5	0,65							
				0,77	2	1,54				
2	I	7	0,89							
				1,12	2	2,25	9,11	0,69	0,82	7,47
3		9	1,36							
				1,55	2	3,10				
4		11	1,74							
				1,88	2	3,76				
5	II	13	2,02							
				2,29	2	4,58	9,11	0,95	0,81	7,42
6		15	2,56							
				2,26	2	4,53				
7	III	17	1,97							
				1,74	2	3,49	6,72	0,68	0,47	3,19
8		19	1,52							
				1,05	2	2,10				
9		21	0,58							
				0,29	3,9	1,13				
Урез лб		24,9	0							
Итого:						27,1	27,1			19,1

8) сумма последнего столбца соответствует значению расхода воды – $19,1 \text{ м}^3/\text{с}$.

Вычислим дополнительные гидрометрические характеристики реки Безымянная. Средняя скорость ($v_{ср}$) рассчитывается по следующей формуле:

$$v_{cp} = \frac{Q}{\omega}, \text{ м/с},$$

где Q - общий расход воды, $\text{м}^3/\text{с}$; ω - площадь живого сечения, м^2 .

$$v_{cp} = \frac{19,1}{27,1} = 0,70 \text{ м/с}.$$

Средняя глубина реки (h_{cp}) рассчитывается по формуле

$$h_{cp} = \frac{\omega}{B} = \frac{27,1}{21,9} = 1,24 \text{ м}$$

где ω - площадь живого сечения, м^2 ; B - ширина реки, м.

Смоченный периметр, рассчитывается по формуле:

$$\begin{aligned} \chi &= \sqrt{h_1^2 + b_1^2} + \sqrt{h_2^2 + b_2^2} + \sqrt{h_3^2 + b_3^2} + \dots + \sqrt{h_n^2 + b_n^2} \\ \chi &= \sqrt{0,65^2 + 2^2} + \sqrt{2^2 + (0,89 - 0,65)^2} + \sqrt{2^2 + (1,36 - 0,89)^2} + \sqrt{2^2 + (1,74 - 1,36)^2} + \\ &+ \sqrt{2^2 + (2,02 - 1,74)^2} + \sqrt{2^2 + (2,56 - 2,02)^2} + \sqrt{2^2 + (1,97 - 2,56)^2} + \sqrt{2^2 + (1,52 - 1,97)^2} + \\ &+ \sqrt{2^2 + (0,58 - 1,52)^2} + \sqrt{3,9^2 + 0,58^2} = 22,6 \text{ м} \end{aligned}$$

Гидравлический радиус рассчитывается по формуле:

$$R = \frac{\omega}{\chi}, \text{ м},$$

где ω - площадь живого сечения, м; χ - смоченный периметр, м.

$$R = \frac{27,1}{22,6} = 1,19 \text{ м}$$

Ширина реки определяется как расстояние между урезом левого и урезом правого берегов: $B=21,9$

Наибольшая глубина выбирается из столбца 4 таблицы 4.1 $h_{max}=2,56$ м.

Наибольшая скорость течения выбирается из столбца 9 таблицы 4.1 $v_{max}=0,95$ м/с.

В таблице 2 приведены результаты вычисления характеристик реки Безымянная.

Таблица 2 – Расчет гидрометрических характеристик реки Безымянная

$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	$\omega, \text{ м}^2$	$h_{max}, \text{ м}$	$h_{cp}, \text{ м}$	$B, \text{ м}$	$R, \text{ м}$	$v_{cp}, \text{ м/с}$	$X, \text{ м}$	$v_{max}, \text{ м/с}$
19,1	27,1	2,56	1,24	21,9	1,19	0,70	22,3	0,95

Вывод. Таким образом, на основе аналитического метода по определению расхода воды получена таблица, в которой приведены гидрометрические характеристики. Расход воды, полученный аналитическим способом, составил $19,1 \text{ м}^3/\text{с}$.

Вопросы для самопроверки

1. Расход воды.
2. Уровень воды.
3. Методы определения расхода воды.
4. Аналитический метод расчета расхода воды по скоростям течения и глубинам.
5. Смоченный периметр.
6. Площадь живого сечения реки.
7. Ширина реки.
8. Максимальная и средняя скорость реки.

- 9.Максимальная и средняя глубины реки.
- 10.Гидравлический радиус.
- 11.Методы определения глубины.
- 12.Методы определения скоростей течения.
- 13.Определение ежедневных расходов воды по уровням воды.

Задание по вариантам. Расчетная работа. Указываются глубина, точки, расстояние между точками, а также скорость воды на части точек.

Литература

1. Аполлов, Борис Александрович. Учение о реках: учеб. для географ. фак. ун-тов / Б. А. Аполлов. - М. : Изд-во МГУ, 1963. - 423 с. (4)
2. Виноградов, Юрий Борисович. Современные проблемы гидрологии [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов / Ю. Б. Виноградов, Т. А. Виноградова. - М. : Академия, 2008. - 318, [2] с. : (12)
3. Коротаев, Георгий Владимирович. Морфометрия реки: метод. рекомендации для студ. / Г. В. Коротаев ; М-во просвещения РСФСР, БГПИ им. М. И. Калинина. - Благовещенск : [б. и.], 1983. - 30 с. (4)
4. Михайлов, Вадим Николаевич. Гидрология [Текст] : учеб. для студ. вузов / В. Н. Михайлов, А. Д. Добровольский, С. А. Добролюбов. - 3-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2008. - 462, [1] с. (16)

Лабораторная работа № 3.

Тема: Характеристики водности рек. Питание и водный режим рек.

Задание 1. Тема: Характеристики водности рек.

Территория земной поверхности и толщи почво-грунтов, откуда река или речная система получает водное питание, называется бассейном реки или речной системы.

Речной бассейн состоит из поверхностного и подземного водосборов.

Поверхностный водосбор характеризует питание реки или речной системы с площади земной поверхности, а подземный – с толщи почвогрунтов.

Поскольку выделение подземного водосбора вызывает трудности, в литературе часто понятия «бассейн» и «водосбор» отождествляют. Основной характеристикой бассейна реки является его площадь F (км^2).

Водоток, питающийся поверхностными и подземными водами, характеризуется истоком и устьем. Исток – это место начала реки, а устье – место впадения реки в море, озеро или другую реку. Длина реки представляет собой расстояние от истока до устья, измеренное по карте или аэрофотоснимку.

Как правило, в бассейне формируются временные и постоянные водотоки, система которых образует гидрографическую сеть. Кроме того, сюда входят озера. При рассмотрении системы постоянно и временно действующих водотоков применяют термин русловая сеть. Часть русловой сети, включающая в себя постоянно действующие водотоки, называется речной сетью.

Колебания водности реки во времени называют водным режимом. При изучении водного режима используют следующие гидрологические понятия: мгновенный расход воды (Q), объем стока реки (W), модуль стока (q), высота слоя стока (y), и коэффициент стока (η).

Мгновенный расход воды представляет собой количество воды, протекающее через поперечное сечение потока за единицу времени ($\text{м}^3/\text{с}$).

Модуль стока – это объем воды, стекающей в единицу времени с единичной площади водосбора: (1)

$$q = \frac{1000Q}{F}.$$

Значение модуля стока, рассчитанное по формуле (1), при условии, что характеристики Q и F выражаются в ($\text{м}^3/\text{с}$) и (км^2), имеет размерность [$\text{л}/\text{с} \cdot \text{км}^2$].

Речной сток формируется за счет выпадения осадков, которые обычно выражаются в виде высоты слоя воды (x), выпавшей в течение определенного периода и равномерно распределенной по поверхности водосбора. Аналогично выражается высота слоя стока. Обе характеристики имеют размерность (мм).

Между модулем стока и слоем стока имеет место соотношение

$$y = 31,5q. \quad (2)$$

Выражение (2) характеризует слой годового стока в (мм).

Объем годового стока реки рассчитывается по формуле

$$W = \frac{y}{10^6} F. \quad (3)$$

Величина W выражается в (км^3).

Помимо перечисленных характеристик, существенную роль в гидрологии имеют такие понятия как норма стока, модульные коэффициенты и коэффициент стока.

Норма стока определяется как многолетняя средняя величина ряда годовых расходов или модулей стока и относится к наиболее устойчивым характеристикам.

Коэффициенты представляют собой отношение годовых расходов воды к многолетнему среднему значению ряда этих величин.

Коэффициент стока вычисляется в виде отношения высоты слоя стока к количеству выпавших осадков:

$$\eta = \frac{y}{x}. \quad (4)$$

Коэффициент стока характеризует долю осадков, участвующих в формировании стока. Поэтому он изменяется от 0 до 1.

Пример выполнения задания

Исходные данные: река и пункт наблюдений (Иркут-Монды), площадь водосбора ($F=1200 \text{ км}^2$), норма стока ($Q=10,5 \text{ м}^3/\text{с}$), высота годового слоя осадков ($x=550 \text{ мм}$).

Требуется: 1) описать гидрологические особенности реки (питание реки, где берет начало, площадь, куда впадает, высота водосбора, уклон реки, норма стока, как комбинируется сток реки от года к году); 2) вычислить модуль стока; 3) определить слой стока; 4) рассчитать объем годового стока; 5) найти слой стока.

Порядок выполнения задания

1. По формуле (2.1) вычисляется модуль стока $q = 1000 \cdot 10,5 / 1200 = 8,75 \text{ л/с} \cdot \text{км}^2$.

2. Высота слоя стока определяется по выражению (2.2) $y = 31,5 \cdot 8,75 = 276 \text{ мм}$.

3. Объем годового стока рассчитывается с использованием формулы (3)

$$W = 276 \cdot 1200 / 10^6 = 0,331 \text{ км}^3.$$

4. Коэффициент стока как соотношение высоты стока и осадков (4)

равен $\eta = 276 / 550 = 0,50$.

5. В таблице 1 приведены результаты выполнения задания.

Таблица 1 – Результаты гидрологических характеристик реки

№ варианта	Река-пункт	$F, \text{км}^2$	$Q, \text{м}^3/\text{с}$	$q, \text{л/с} \cdot \text{км}^2$	$x, \text{мм}$	$y, \text{мм}$	$W, \text{км}^3$	η
0	Иркут-Монды	1200	10,5	8,75	550	276	0,331	0,50

Вывод. Площадь реки незначительна (1200 км^2), норма стока составляет $10,5 \text{ м}^3/\text{с}$. Гидрографическая сеть развита, поскольку составляет $8,75 \text{ л/с} \cdot \text{км}^2$, коэффициент стока характеризует 0,5, согласно чему 50 % тратится на формирование стока.

Вопросы для самопроверки

- 1.Основные характеристики речного бассейна.
- 2.Характеристика водотока.
- 3.Питание реки.
- 4.Гидрографическая сеть.
- 5.Расход воды.
- 6.Модуль стока.
- 7.Высота слоя стока.
- 8.Объем стока.
- 9.Коэффициент стока.
- 10.Водосбор реки.
- 11.Бассейн реки.
- 12.Площадь водосбора реки.
- 13.Режим реки.
- 14.Исток и устье реки.
- 15.Линия водосбора.

Варианты заданий

№ варианта	Река-пункт	F, км ²	Q, м ³ /с	x, мм
1	Иркут-Иркутск	14800	139	405
2	Тушама-Тушама	3380	12,5	405
3	Чадобец-Яркино	13300	59,6	422
4	Мура-Ирба	9320	24,3	405
5	Карабула-Карабула	4190	11,8	422
6	Иркинеева-Бедоба	8950	47,8	429
7	Китой-Ангарск	8420	116	422
8	Чукша-Савельевский	2130	10,6	429
9	Топорок-Алзамай	1990	6,46	422
10	Пойма-Новая Пойма	2390	12,6	429
11	Хайта-Хайта	707	2,82	475
12	Татарка-Татарка	1890	22,8	459
13	Курзанка-Утай	1120	2,15	439
14	Оса-Оса	1870	4,26	439
15	Тунак-Чичкова	812	3,82	430
16	Ушаковка-Иркутск	829	6,12	489
17	Куда-Грановщина	7840	14,7	489
18	Тагул-Георгиевка	7940	104	506
19	Бирюса-Бирюсинск	24700	262	383
20	Урик-Шанхар	3230	38,6	422
21	Уда-Алыгджер	4980	65,9	384
22	Тагна-Хор-Тагна	1770	17,6	506
23	Онот-Онот	1970	39,2	384
24	Ия-Аршан	5140	53,5	506
25	Ия-Тулун	14500	148	506
26	Зун-Мурин-Зун-Мурин	4060	48,3	520
27	Иркут-Тибелти	11600	107	500
28	Китой-Ясочная	7480	107	420
29	Иркут-Монды	1200	10,9	500
30	Иркут-Тунка	6560	51,7	510
31	Белая-Мишелевка	17100	200	410
32	Куда-Ахины	278	1,02	490

33	Бирюса-Федино	51000	355	390
34	Ушаковка-Добролет	322	2,3	420
35	Олха-Олха	590	3,22	423
36	Уда-Укар	17200	179	420
37	Ока-Ухтуй	27000	274	400
38	Мурин-Загатуй	1000	0,45	420
39	Харат-Харат	288	1,61	360
40	Китай-Дабады	3920	67,3	560
41	Мал.Белая-Тунгусы	3990	59,8	540
42	Ида-Морозова	2490	3,26	400
43	Унга-Семеновск	698	0,49	480
44	Ока-Усть-Када	33400	261	420
45	Зима-Зулумай	2550	23,3	440
46	Икей-Икей	2400	15,9	450
47	Вихоревка-Кузнецовка	2420	9,33	420
48	Вихорева-Кобляково	3840	19,5	410
49	Уда-Октябрьский	31700	209	430
50	Кудай-Кудай	1140	2,94	420

Задание 2. Тема Питание и водный режим рек. Классификация рек по водному режиму

1) определить реки, обладающие приведенным соотношением источников питания, учитывая, что их бассейны характеризуются данным количеством осадков и испаряемости;

2) пользуясь приведенными данными, определить тип водного режима рек по классификации М.И. Львовича и примерное местоположение этих рек на земном шаре.

Литература

1. Аполлов, Борис Александрович. Учение о реках: учеб. для географ. фак. ун-тов / Б. А. Аполлов. - М. : Изд-во МГУ, 1963. - 423 с. (4)

2. Коротаев, Георгий Владимирович. Морфометрия реки: метод. рекомендации для студ. / Г. В. Коротаев ; М-во просвещения РСФСР, БГПИ им. М. И. Калинина. - Благовещенск : [б. и.], 1983. - 30 с. (4)

3. Михайлов, Вадим Николаевич. Гидрология [Текст] : учеб. для студ. вузов / В. Н. Михайлов, А. Д. Добровольский, С. А. Добролюбов. - 3-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2008. - 462, [1] с. (16)

4. Ямковой, Виталий Анатольевич. География воды в вопросах и ответах : учеб. пособие для учащихся общеобразоват. учреждений / В. А. Ямковой ; М-во образования и науки Рос. Федерации. - Благовещенск : Изд-во БГПУ, 2010. - 267 с. (5)

Лабораторная работа № 4.

Тема занятия: Гидрограф и его расчленение

Исходные данные: годовой расход воды реки Ия у города Тулун (131 м³/с) при заданной вероятности превышения (в примере $P=80\%$); коэффициенты распределения годового стока по месяцам, периодам и сезонам (%), продолжительности лимитирующего периода (Х-III), лимитирующего сезона (ХII-III), нелимитирующего периода (IV-IX), нелимитирующего сезона (Х-ХI).

Таблица 1 – Исходные данные расхода воды реки Ия у города Тулун по месяцам

Ме- сяцы	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	лп	лс
	ip	5	11,3	17	25,2	17,3	10,9	6,4	2,7	1,5	1,1	0,8	0,8	9,1

Требуется: 1) определить расчетное внутригодовое распределение расхода воды по районным схемам; 2) определить расходы воды заданной вероятности превышения нелимитирующего периода, лимитирующего периода (нелимитирующего и лимитирующего сезонов); 3) построить расчетные гидрографы с заданной вероятностью превышения.

Для решения поставленной задачи необходимо знать расход воды вероятностью превышения 80% (Q_{80}) и коэффициенты (ip). Имея значения этих параметров, определяются месячные расходы воды по формуле (6.1).

На основе выражения рассчитаны значения расходов воды вероятности превышения 80% по месяцам, начиная с нелимитирующего периода.

Для расчетов лимитирующего периода (ЛП) и сезона (ЛС) используются формулы (6.2)-(6.3):

$$Q_{LP} = 9 \cdot \frac{131}{100} = 11,9,$$

$$Q_{LC} = 4,2 \cdot \frac{131}{100} = 5,5.$$

Определены расходы воды с заданной вероятностью превышения ($P=80\%$) для лимитирующего периода и сезона. Результаты вычислений приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Месячные расходы воды вероятностью превышения 80% для реки Ия (город Тулун)

Месяцы	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	ЛП	ЛС	НП	НС
ip/c	5	11,3	17	25,2	17,3	10,9	6,4	2,7	1,5	1,1	0,8	0,8	9,1	4,2		
mQ	3	6,55	14,80	322,27	33,01	222,66	314,27	98,38	43,53	71,96	51,44	11,04	81,04	81,11	9215,50	2119,16,4

Расходы воды в нелимитирующем периоде и сезоне считаются по формулам (5)-(6):

$$Q_{NP} = 131 \cdot 11,9 = 119,1 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$Q_{NC} = 11,9 \cdot 5,5 = 6,4 \text{ м}^3/\text{с}.$$

По полученным данным строим расчетные гидрографы.

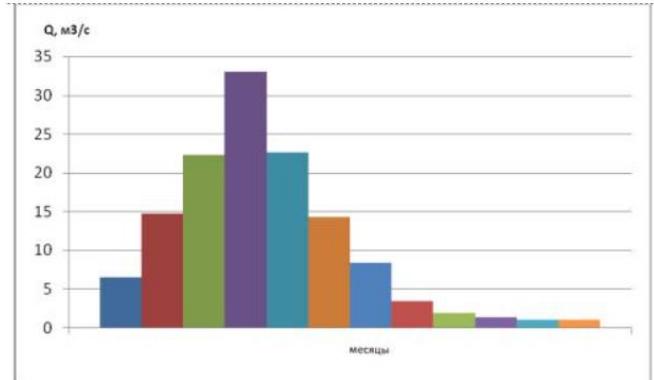


Рисунок 1 – Расчетный гидрограф при $P=80\%$ реки Ия г. Тулун по месяцам

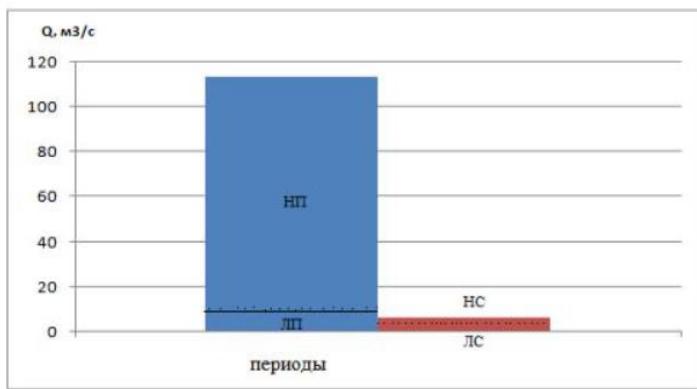


Рисунок 2 - Расчетный гидрограф при $P=80\%$ реки Ия город Тулун по периодам

Таким образом, рассчитан внутригодовой сток реки Ия (г. Тулун) по месяцам и периодам, построены гидрографы.

Задание: построить типовой гидрограф реки, расположенной в средней полосе европейской части России. Путем его расчленения определить количественную долю каждого источника питания, вычислить распределение стока по сезонам.

Варианты заданий

Вариант	месяцы												периоды	
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	лп	лс
1	3,1	10,1	19,4	25,6	17,7	12,4	5,5	2,3	1,4	0,9	0,8	0,8	7,8	3,9
2	1,8	51,2	15,5	8,1	5,1	6	4,3	1,9	1,9	1,6	1,4	1,2	25,4	6,1
3	1,9	47,1	19	7,6	5,7	5,2	4,3	2,6	2	1,7	1,5	1,4	25,4	6,6
4	1,9	47,1	19	7,6	5,7	5,2	4,3	2,6	2	1,7	1,5	1,4	25,4	6,6
5	1,8	51,2	15,5	8,1	5,1	6	4,3	1,9	1,9	1,6	1,4	1,2	25,4	6,1
6	1,9	47,1	19	7,6	5,7	5,2	4,3	2,6	2	1,7	1,5	1,4	25,4	6,6
7	3,1	10,1	19,4	25,6	17,7	12,4	5,5	2,3	1,4	0,9	0,8	0,8	7,8	3,9
8	6,6	28,8	18,2	14,5	7,8	10,5	7,1	2,4	1,7	1,1	0,7	0,6	9,5	4,1
9	6,6	28,8	18,2	14,5	7,8	10,5	7,1	2,4	1,7	1,1	0,7	0,6	9,5	4,1
10	6,6	28,8	18,2	14,5	7,8	10,5	7,1	2,4	1,7	1,1	0,7	0,6	9,5	4,1
11	5,8	11,5	15,8	24,8	17,1	10,5	7,1	3,1	1,6	1,1	0,8	0,8	10,2	4,3
12	6,9	47,1	15,3	7,1	4,3	4,6	5,9	3,3	1,7	1,4	1,3	1,1	25,2	5,5
13	5,8	11,5	15,8	24,8	17,1	10,5	7,1	3,1	1,6	1,1	0,8	0,8	10,2	4,3
14	6,6	28,8	18,2	14,5	7,8	10,5	7,1	2,4	1,7	1,1	0,7	0,6	9,5	4,1
15	6	27,8	17,9	11,4	14,8	8,5	7,1	2,4	1,7	1	0,7	0,7	9,5	4,1
16	5,8	11,5	15,8	24,8	17,1	10,5	7,1	3,1	1,6	1,1	0,8	0,8	10,2	4,3
17	5,8	11,5	15,8	24,8	17,1	10,5	7,1	3,1	1,6	1,1	0,8	0,8	10,2	4,3
18	5,8	11,5	15,8	24,8	17,1	10,5	7,1	3,1	1,6	1,1	0,8	0,8	10,2	4,3
19	1	48,8	17,4	8	5,5	5,1	4,3	2,9	2,2	1,8	1,6	1,4	25,8	7
20	1,8	9,4	21,4	25,9	17,9	13	4,9	2,1	1,2	0,9	0,8	0,7	7	3
21	1,8	9,4	21,4	25,9	17,9	13	4,9	2,1	1,2	0,9	0,8	0,7	7	3
22	5,4	11,3	16,6	25	17,3	10,7	6,6	2,8	1,6	1,1	0,8	0,8	9,4	4,3
23	5,4	11,3	16,6	25	17,3	10,7	6,6	2,8	1,6	1,1	0,8	0,8	9,4	4,3
24	3,1	10,1	19,4	25,6	17,7	12,4	5,5	2,3	1,4	0,9	0,8	0,8	7,8	3,9
25	5	11,3	17	25,2	17,3	10,9	6,4	2,7	1,5	1,1	0,8	0,8	9,1	4,2
26	3,1	10,1	19,4	25,6	17,7	12,4	5,5	2,3	1,4	0,9	0,8	0,8	7,8	3,9

27	3,1	10,1	19,4	25,6	17,7	12,4	5,5	2,3	1,4	0,9	0,8	0,8	7,8	3,9
28	6,6	28,8	18,2	14,5	7,8	10,5	7,1	2,4	1,7	1,1	0,7	0,6	9,5	4,1
29	3,1	10,1	19,4	25,6	17,7	12,4	5,5	2,3	1,4	0,9	0,8	0,8	7,8	3,9
30	3,1	10,1	19,4	25,6	17,7	12,4	5,5	2,3	1,4	0,9	0,8	0,8	7,8	3,9
31	5	11,3	17	25,2	17,3	10,9	6,4	2,7	1,5	1,1	0,8	0,8	9,1	4,2
32	5,8	11,5	15,8	24,8	17,1	10,5	7,1	3,1	1,6	1,1	0,8	0,8	10,2	4,3
33	1	48,8	17,4	8	5,5	5,1	4,3	2,9	2,2	1,8	1,6	1,4	25,8	7
34	5,8	11,5	15,8	24,8	17,1	10,5	7,1	3,1	1,6	1,1	0,8	0,8	10,2	4,3
35	5,4	11,3	16,6	25	17,3	10,7	6,6	2,8	1,6	1,1	0,8	0,8	9,4	4,3
36	1	48,8	17,4	8	5,5	5,1	4,3	2,9	2,2	1,8	1,6	1,4	25,8	7
37	5	11,3	17	25,2	17,3	10,9	6,4	2,7	1,5	1,1	0,8	0,8	9,1	4,2
38	5,8	11,5	15,8	24,8	17,1	10,5	7,1	3,1	1,6	1,1	0,8	0,8	10,2	4,3
39	5,8	11,5	15,8	24,8	17,1	10,5	7,1	3,1	1,6	1,1	0,8	0,8	10,2	4,3
40	6,6	28,8	18,2	14,5	7,8	10,5	7,1	2,4	1,7	1,1	0,7	0,6	9,5	4,1
41	5,8	11,5	15,8	24,8	17,1	10,5	7,1	3,1	1,6	1,1	0,8	0,8	10,2	4,3
42	5,8	11,5	15,8	24,8	17,1	10,5	7,1	3,1	1,6	1,1	0,8	0,8	10,2	4,3
43	5,8	11,5	15,8	24,8	17,1	10,5	7,1	3,1	1,6	1,1	0,8	0,8	10,2	4,3
44	6,6	28,8	18,2	14,5	7,8	10,5	7,1	2,4	1,7	1,1	0,7	0,6	9,5	4,1
45	6,6	28,8	18,2	14,5	7,8	10,5	7,1	2,4	1,7	1,1	0,7	0,6	9,5	4,1
46	5,8	11,5	15,8	24,8	17,1	10,5	7,1	3,1	1,6	1,1	0,8	0,8	10,2	4,3
47	5,8	11,5	15,8	24,8	17,1	10,5	7,1	3,1	1,6	1,1	0,8	0,8	10,2	4,3
48	5,8	11,5	15,8	24,8	17,1	10,5	7,1	3,1	1,6	1,1	0,8	0,8	10,2	4,3
49	5,8	11,5	15,8	24,8	17,1	10,5	7,1	3,1	1,6	1,1	0,8	0,8	10,2	4,3
50	5,8	11,5	15,8	24,8	17,1	10,5	7,1	3,1	1,6	1,1	0,8	0,8	10,2	4,3

Вопросы для самопроверки

1. Внутригодовой сток реки.
2. Факторы формирования внутригодового стока.
3. Методы расчета внутригодового стока.
4. Метод компоновки.
5. Метод реального года.
6. Расчет внутригодового стока при наличии данных наблюдений.
7. Расчет внутригодового стока при недостаточности данных наблюдений.
8. Расчет внутригодового стока при отсутствии данных наблюдений.
9. Лимитирующий период.
10. Нелимитирующий период.
11. Лимитирующий и нелимитирующий сезоны.
12. Некалендарный год.
13. Расчет внутригодового стока по периодам.
14. Расчет внутригодового стока по сезонам.
15. Расчет внутригодового стока по месяцам.
16. Практическое значение расчета внутригодового стока.

Литература

1. Аполлов, Борис Александрович. Учение о реках: учеб. для географ. фак. ун-тов / Б. А. Аполлов. - М. : Изд-во МГУ, 1963. - 423 с. (4)
2. Михайлов, Вадим Николаевич. Гидрология [Текст] : учеб. для студ. вузов / В. Н. Михайлов, А. Д. Добровольский, С. А. Добролюбов. - 3-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2008. - 462, [1] с. (16)

Лабораторная работа № 5.

Тема занятия: Речной сток и русловые процессы

Задание 1. Анализ информации. Определить и проанализировать годовой сток, модуль стока и коэффициент стока ряда крупнейших рек земного шара.

Задание 2: вычертить участок меандрирующего русла реки и показать на нем направление течения потока, стрежень, участки плесов и перекатов, изобатами показать распределение глубин, участки наибольшего размыва берегов и отложения наносов.

Вычертить продольный профиль и поперечные профили русла по намеченным створам.

Задание 3. Переформирование береговой линии водохранилища

Процессы размыва и обрушения берегов (абразия) и отложения части обрушившегося материала и приносимых наносов (аккумуляция) в береговой части водохранилищ называют переформированием берегов. При проектировании водохранилищ необходимо учитывать размеры переформирования берегов, объемы заиления продуктами размыва, последствия этих процессов для эксплуатации водохранилищ и хозяйственного освоения прибрежной территории.

Переформирование берегов водохранилища - процесс достаточно длительный и сложный. На его интенсивность влияет ветровое волнение, колебание уровня воды при сработке и наполнении водохранилища, состав грунтов и гидрогеологические условия прибрежной зоны, скорости вдоль береговых течений, режим движения влекомых наносов и др. Наиболее интенсивно процесс переработки берегов протекает в первые годы эксплуатации водохранилища. С течением времени наступает динамическое равновесие и формируется устойчивый профиль береговой отмели, достаточно пологий и широкий, защищающий берег от дальнейшего размыва.

В расчетной практике получили широкое распространение методы прогноза переформирования берегов водохранилищ, предложенные Н. Е. Кондратьевым, Г. С. Золотаревым, Н. Г. Качугиным и др.

Рассмотрим метод Н. Е. Кондратьева, имеющий гидродинамическое обоснование и позволяющий прогнозировать наиболее вероятные береговые переформирования на заданный срок. Схема расчета по этому методу приведена на рисунке 1. Расчет заключается в определении глубины, на которую распространяется действие заданной волны, и установлении очертания береговой отмели.

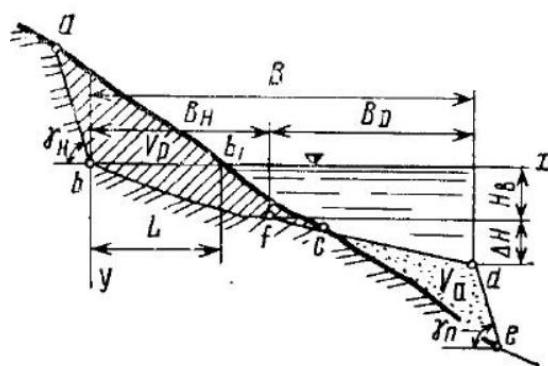


Рисунок 1 – Схема переформирования берега

Глубину размывающего действия приближенно вычисляют по формуле

$$H_{\text{в}} = 0,64 h_i \text{ arsh}(8,1 h_i), \quad (9.1)$$

где h_i - расчетная высота волны, м; arsh - ареасинус, то есть обратный гиперболический синус от $8,1 h_i$.

Для приближенных расчетов глубину размывающего действия $H_{\text{в}}$ определяют по расчетной высоте волны h_i :

$h_i, \text{ м}$	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00
------------------	------	------	------	------	------	------	------	------

$H_e, м$	0,68	1,72	3,00	4,35	5,80	7,30	8,85	10,40
----------	------	------	------	------	------	------	------	-------

За расчетную высоту волны принимают наибольшую высоту волны, которая может наблюдаться в открытой части водохранилища в непосредственной близости от рассматриваемого участка берега.

Образующаяся отмель может быть разделена на две части: одна из них, примыкающая к коренному берегу, имеет криволинейное очертание профиля

(fb на рис. 9.1), другая - прямолинейное очертание (по линии fd). Прямолинейный участок fd распространяется до глубины $H_e + \Delta H$, где ΔH - величина сработки водохранилища. Волны других (меньших) размеров не нарушают положения линий bd , которая отвечает предельной волне. Кривая bf строится по эмпирическому уравнению:

$$x = \frac{i_0 - i_{10}}{20 i_0} y^2 + \frac{1}{i_0} y,$$

где x, y - координаты, соответствующие координатной системе, приведенной а рисунке 8.1; i_0 - уклон береговой линии в точке уреза; i_{10} - уклон отмели в 10 м от уреза.

Величины i_0 и i_{10} зависят от крупности частиц, образующих отмель, и определяются по таблице 1.

Таблица 1 - Уклоны устойчивости береговой отмели у уреза (i_0) и в 10 м от уреза (i_{10}) в зависимости от крупности грунта (по Н. Е. Кондратьеву)

Грунт	i_0	i_{10}	Грунт	i_0	i_{10}
Песок:			Гравий:		
мелкий	0,03	0,0015	мелкий	0,19	0,03
средний	0,07	0,01	средний	0,21	0,05
крупный	0,14	0,02	крупный	0,25	0,08

Ширину криволинейного участка профиля находят по формуле:

$$B_h = \frac{H_e (i_0 - i_{10})}{20 i_0} + \frac{H}{i_0},$$

а ширину прямолинейной части - по формуле

$$B_D = \Delta H \left[\frac{2H_e (i_0 - i_{10})}{20 i_0} + \frac{1}{i_0} \right],$$

Полная ширина отмели $B = BH + BD$.

По формулам (9.1)-(9.4) строят профиль береговой отмели, включающий его абразионную и аккумулятивную части. Этот профиль дополняют линиями ba, fd , которые соответствуют углам откоса γ_h и γ_p . Тангенс угла откоса для сыпучих грунтов принимают равным 0,5, а для прочих, в том числе связных грунтов - 1,0.

Далее находят отношение объема аккумуляции V_a к объему размыва V_p , принимая его равным отношению процента фракций, остающихся после вымыва мелких частиц ($d < 0,05$ мм), к процентному содержанию всех фракций в общем объеме размыва, то есть к 100%.

Найденный по расчету прогнозируемый устойчивый профиль береговой линии $abfde$ совмещают с первоначальным профилем берега $abce$ (рис. 1) и перемещают один профиль по отношению к другому по горизонтальной линии x таким образом, чтобы объемы размыва и отложения находились в найденном соотношении V_a/V_p . В результате определяют предельное смещение уреза $b1b$ и положение бровки берегового склона a .

Метод Н. Е. Кондратьева позволяет также приближенно оценить ход переработки берегов во времени.

Пример выполнения задания

Исходные данные:

Расчетная высота волны $hi=1,55$; (грунт – песок крупный), $\Delta H=0,7$

Требуется: определить глубину размывающего действия, ширину криволинейного участка профиля и ширину прямолинейной части, полную ширину отмели

Порядок выполнения задания

1. Глубину размывающего действия приближенно вычисляют по формуле (9.1)

$$Hv = 0,64 \cdot 1,55 \cdot \text{ASINH}(1,55 \cdot 8,1) = 3,20$$

2. Величины $i0$ и $i10$ зависят от крупности частиц, образующих отмель, и определяются по таблице 9.1, соответственно $i0 = 0,14$ $i10 = 0,02$.

3. Ширину криволинейного участка профиля находят по формуле (9.3)

$$BH = 3,20^2 \cdot (0,14 - 0,02) / (20 \cdot 0,14 \cdot 0,02) + 3,20 / 0,14 = 44,78$$

4. Ширину прямолинейной части определяют по формуле (9.4)

$$BD = 0,7 \cdot (2 \cdot 3,20 \cdot (0,14 - 0,02) / (20 \cdot 0,14 \cdot 0,02) + 1 / 0,14) = 14,60$$

5. Полная ширина отмели

$$B = 44,78 + 14,60 = 59,38.$$

Таким образом, по произведенным расчетам можно построить профиль береговой отмели, включающий его абразионную и аккумулятивную части.

Вопросы для самопроверки

1. Водохранилище

2. Абрация.

3. Переформирование берегов водохранилищ.

4. Береговая отмель

5. Методы прогноза переформирования береговой линии.

6. Глубина размыва.

7. Полная ширина отмели.

8. Аккумуляция.

Литература

1. Аполлов, Борис Александрович. Учение о реках: учеб. для географ. фак. ун-тов / Б. А. Аполлов. - М. : Изд-во МГУ, 1963. - 423 с. (4)

2. Михайлов, Вадим Николаевич. Гидрология [Текст] : учеб. для студ. вузов / В. Н. Михайлов, А. Д. Добровольский, С. А. Добролюбов. - 3-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2008. - 462, [1] с. (16)

6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА

6.1 Оценочные средства, показатели и критерии оценивания компетенций

Индекс компетенции	Оценочное средство	Показатели оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций
ПК-1	Устный ответ	Низкий – до 60 баллов (неудовлетворительно)	Ответ студенту не засчитывается если: студент обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал.
		Пороговый – 61-75 баллов	Студент обнаруживает знание и понимание основных положений вопроса, но:

		(удовлетворительно)	1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.
		Базовый – 76-84 баллов (хорошо)	Студент дает ответ, в целом удовлетворяющий требованиям, но: 1) допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого.
		Высокий – 85-100 баллов (отлично)	Студент получает высокий балл, если: 1) полно излагает материал, дает правильное определение основных понятий; 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные; 3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.
	Расчетно-графическая работа	Низкий – до 60 баллов (неудовлетворительно)	Работа студенту не засчитывается если студент: 1. допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой пересекается пороговый показатель; 2. или если правильно выполнил менее половины работы.
		Пороговый – 61-75 баллов (удовлетворительно)	Если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: 1. не более двух грубых ошибок; 2. или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; 3. или не более двух-трех негрубых ошибок; 4. или одной негрубой ошибки и трех недочетов; 5. или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
		Базовый – 76-84 баллов (хорошо)	Если студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: 1. не более одной негрубой ошибки и одного недочета; 2. или не более двух недочетов.
		Высокий – 85-100 баллов (отлично)	Если студент: 1. выполнил работу без ошибок и недочетов; 2. допустил не более одного недочета.

	Тест	Низкий – до 60 баллов (неудовлетворительно)	За верно выполненное задание тестируемый получает максимальное количество баллов, предусмотренное для этого задания, за неверно выполненное – ноль баллов. После прохождения теста суммируются результаты выполнения всех заданий. Подсчитывается процент правильно выполненных заданий теста, после чего этот процент переводится в оценку, руководствуясь указанными критериями оценивания.
		Пороговый – 61-75 баллов (удовлетворительно)	
		Базовый – 76-84 баллов (хорошо)	
		Высокий – 85-100 баллов (отлично)	

6.2 Промежуточная аттестация студентов по дисциплине

Промежуточная аттестация является проверкой всех знаний, навыков и умений студентов, приобретённых в процессе изучения дисциплины. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачет.

Для оценивания результатов освоения дисциплины применяется следующие критерии оценивания.

Критерии оценивания устного ответа на зачете

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если:

- вопросы раскрыты, изложены логично, без существенных ошибок;
- показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами;
- продемонстрировано усвоение ранее изученных вопросов, сформированность компетенций, устойчивость используемых умений и навыков.

- Допускаются незначительные ошибки.

Оценка «не зачтено» выставляется, если:

- не раскрыто основное содержание учебного материала;
- обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;
- допущены ошибки в определении понятий, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов;
- не сформированы компетенции, умения и навыки.

6.3 Типовые контрольные задания

Примерный перечень вопросов устного опроса:

- Приборы для измерения плотности и вязкости
- История развития гидравлики
- Простые гидравлические системы и устройства. Приборы для измерения давления
- Условия формирования режима вод суши
- Сезонное и постоянное грунтовое питание рек
- Классификация рек методом Зайкова Б.Д., Кузина П.С., Львовича М.И.
- Приборы для измерения глубин
- Основная обработка наблюдений за уровнями воды. Характерные уровни
- Жидкость. Физические свойства жидкости.
- Современные представления о круговороте воды в природе
- Климатический (гидрологический) круговорот воды. Важнейшие результаты климатического круговорота
- Водный баланс. Уравнения водного баланса для территории и для земного шара
- Гидрология. Разделы гидрологии - что эти науки изучают?

- Река. Речная система, ее составляющие.
- Основные характеристики речной системы. Классификации притоков.
- Физико-географические и морфометрические характеристики водосбора. Водораздел
- Основные факторы формирования поверхностного стока.
- Подземное питание рек. Чем обеспечивается сезонное и постоянное грунтовое питание рек.
- Подземное питание рек. Когда наблюдается и чем вызвано отрицательное подземное питание.
- Взаимосвязь поверхностных и подземных вод. Расчленение гидрографа поверхностного стока.
- Что такое водный режим реки, питание реки, фазы водного режима реки, чем они характеризуются.
- Классификации рек по внутригодовому распределению стока методом Зайкова Б.Д., Кузина П.С., Львовича М.И.
- Сток. Основные характеристики стока (поверхностного и подземного).
- Норма стока. Основные факторы, влияющие на норму стока.
- Гидрологические станции и посты
- Промерные работы.
- Приборы для измерения глубин.
- Основные типы устройств для наблюдения за уровнями воды. Условия их применения
- Уровень воды, приводка и нуль графика гидрологического поста.
- Какие уровни относят к характерным?
- Причины колебаний уровней воды
- Приборы для измерения скорости течения воды.
- Методы определения расходов воды.
- Связь между расходами и уровнями воды

Пример расчетно-графической работы

Задания.

Построить и объяснить график зависимости плотности воды от ее температуры.

Построить и проанализировать график хода высоты климатической снеговой границы по широтам.

Построить и проанализировать график колебания уровня грунтовых вод в пункте, расположенному на юге лесной зоны европейской части России.

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Роль воды в природе и обществе. Практическое значение гидрологии.
2. Гидрология, ее предмет и задачи. Составные части гидрологии и ее связь с другими науками.
3. Водные объекты и их типы. Гидрографическая сеть. Количество воды на земном шаре. Понятие о гидросфере.
4. Гидрологические характеристики и гидрологическое состояние водного объекта. Гидрологический режим и гидрологические процессы.
5. Вода как вещество, ее молекулярная структура и изотопный состав.
6. Химические свойства воды. Классификация природных вод по минерализации. Различия солевого состава речных и морских вод. Понятие о качестве воды.
7. Физические «аномалии» воды и их гидрологическое значение.
8. Агрегатные состояния воды и фазовые переходы.
9. Плотность воды и ее зависимость от температуры, солености и давления.
10. Тепловые свойства воды. Зависимость температуры замерзания и температуры наибольшей плотности от солености воды.

11. Использование фундаментальных законов физики (сохранения массы, сохранения тепловой энергии, изменения количества движения) при изучении водных объектов.
12. Метод водного баланса в гидрологии. Универсальное уравнение водного баланса.
13. Метод теплового баланса в гидрологии. Универсальное уравнение теплового баланса.
14. Классификация видов движения воды в водных объектах по изменчивости. Тurbулентный и ламинарный режим движения воды.
15. Круговорот воды на земном шаре.
16. Водные экосистемы и их компоненты.
17. Водные ресурсы и их отличие от других водных ресурсов. Основные принципы рационального использования и охраны природных вод от истощения и загрязнения.
18. Происхождение и типы ледников. Образование и строение ледников.
19. Режим и движение ледников. Роль ледников в режиме рек. Хозяйственное значение ледников.
20. Происхождение подземных вод. Виды воды в порах грунта. Водные свойства грунтов.
21. Классификация подземных вод по характеру залегания. Воды зоны аэрации и зоны насыщения. Напорные и безнапорные подземные воды. Артезианские бассейны.
22. Движение подземных вод. Закон фильтрации Дарси. Режим грунтовых вод.
23. Взаимодействие поверхностных и подземных вод. Роль грунтовых вод в питании рек.
24. Озера и их типы. Морфология и морфометрия озер.
25. Водный баланс сточных и бессточных озер.
26. Колебания уровня воды в озерах.
27. Термический режим озер. Ледовые явления на озерах.
28. Гидрохимические характеристики озер. Классификация озер по минерализации и солевому составу воды.
29. Влияние озер на речной сток.
30. Происхождение и типы болот. Гидрологический режим болот.
31. Влияние болот и их осушения на речной сток.
32. Реки и их типы. Физико-географические и геологические характеристики бассейна реки.
33. Водосбор и бассейн реки. Морфометрические характеристики бассейна реки.
34. Река и речная сеть. Долина и русло реки.
35. Питание рек. Классификация рек по видам питания Львовича. Расчленение гидрографа реки по видам питания.
36. Водный баланс бассейна реки.
37. Фазы водного режима рек. Классификация рек по водному режиму Зайкова.
38. Понятие о стоке воды, наносов, растворенных веществ. Количественные характеристики стока воды: объем стока, слой стока, модуль стока, коэффициент стока.
39. Распределение стока воды по территории СНГ и факторы, его определяющие.
40. Распределение скоростей течения в речном потоке.
41. Динамика речного потока. Формула Шези.
42. Характеристики речных наносов. Движение взвешенных и влекомых наносов. Режим стока взвешенных наносов и мутности воды.
43. Русловые процессы на реках и их типы.
44. Термический режим рек. Источники загрязнения рек и меры по охране вод.
45. Устья рек и особенности их гидрологического режима.
46. Влияние хозяйственной деятельности на режим рек. Регулирование стока.
47. Назначение и типы водохранилищ. Основные характеристики водохранилищ.
48. Водный режим водохранилищ. Влияние водохранилищ на речной сток и окружающую среду.

49. Мировой океан и его части. Классификация морей.
 50. Рельеф дна Мирового океана.
 51. Соленость воды и методы ее определения. Солевой состав вод океана.
 52. Распределение солености воды в Мировом океане.
 53. Распределение температуры воды в Мировом океане.
 54. Плотность морской воды. Распределение плотности воды в Мировом океане.
 55. Морские льды, их классификация и закономерности движения.
 56. Оптические и акустические свойства морских вод.
 57. Ветровое волнение в океанах и морях. Характеристики волн. Штормовые нагоны.
 Волны цунами.
 58. Приливы в океанах и морях.
 59. Морские течения и их классификация. Общая схема поверхностных течений в Мировом океане.
 60. Ветровые течения в океанах и морях. Спираль Экмана.
 61. Плотностные течения в Мировом океане.
 62. Водные массы океана.
 63. Ресурсы Мирового океана, их использование и охрана

Примеры тестовых заданий

Разъяснения по поводу работы с тестовой системой курса:

После изучения раздела дисциплины Вам предложено выполнить тестовые задания. Специфика выполнения данных заданий заключается в разноуровневости вопросов тестов. Каждый тест оценивается по 5- бальной шкале. Тема считается освоенной, если Вы дали не менее 50% правильных ответов.

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РФ
 БЛАГОВЕЩЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
 Тест по Гидрологии
 ВАРИАНТ 1

Инструкция для студента

Тест содержит 25 заданий, из них 15 заданий - часть А, 5 заданий - часть В, 5 заданий - часть С. На его выполнение отводится 90 минут. Если задание не удаётся выполнить сразу, перейдите к следующему. Если останется время вернитесь к пропущенным заданиям. Верно выполненные задания части А оцениваются в 1 балл, части В-2 балла, части С-5 баллов.

ЧАСТЬ А - выберите только один правильный ответ

1. Российский гидрологический институт (сейчас ГГИ) был создан:
 а) в 1917 г. б) в 1919 г. в) в 1929 г. г) в 1933 г. д) в 1941 г.
2. Какие гидрометрические приборы используются в настоящее время?
 а) самописец уровня «Валдай», гидрометрическая вертушка Н. Жестовского.
 б) гидрометрические лебедки «Нева» и «Луга».
 в) вакуумный батометр, шугобатометр.
 г) ледовый бур, батометр-бутилка на штанге.
 д) все перечисленное.
3. Кто разработал метод прогноза глубин на перекатах?
 а) В.М. Лохтин. б) Н.Е. Долгов. в) Е.А. Гейц. г) Д.И. Кочергин. д) В.И. Великанов.
4. Кто заложил основы учения о русловых процессах?
 а) Н.С. Лелявский. б) В.М. Лохтин. в) Н.С. Лелявский и В.М. Лохтин. г) В.А. Урываев.
 д) И.И. Леви.
6. Предметом изучения гидрологии является:
 а) океаны, моря. б) реки, озера, водохранилища. в) болота. г) скопление влаги в виде снега, ледников, почвенных и подземных вод. д) все перечисленное.
7. В гидрологии суши различают:
 а) гидрометрию, гидрографию. б) общую гидрологию, инженерную гидрологию.

в) динамику вод суши. г) гидрофизику и гидрохимию. д) все перечисленное.

8. Гидрология болот изучает:

а) водный баланс болот. б) процессы влагообмена между болотами и окружающей средой.

в) формирование стока на болотных массивах. г) все вышеперечисленное.

д) влияние ледников на климат.

9. По последним данным, объем воды Мирового океана составляет:

а) 300 млн. км³. б) 450 млн. км³. в) 1370 млн. км³. г) 1450 млн. км³. д) 1500 млн. км³.

10 «Маркизова лужа» находится:

а) в восточной части Финского залива. б) в западной части Финского залива.

в) в устье реки Амазонки. г) в устье реки Конго. д) в устье реки Амура.

11. Как проходит процесс геологического круговорота воды?

а) ювениальные воды пополняют атмосферу.

б) воды гидросферы погружаются в недра Земли в зонах субдукции.

в) все вышеперечисленное.

г) ювениальные воды пополняют литосферу.

д) ювениальные воды пополняют гидросферу.

12. Сколько причин планетарных трансгрессий и регрессий достоверно установлено?

а) одна. б) две. в) три. г) четыре. д) пять.

13. На сколько сегментов сейчас разбит континентами Мировой океан?

а) на два. б) на три. в) на четыре. г) на пять. д) на шесть.

14. Самые крупные болотные массивы в СНГ:

А) на Дальнем Востоке б) в Финляндии в) в Сибири г) в Казахстане д) в Молдавии е) в Латвии

15. «Гляциология»:

а) гидрология горных ледников

б) гидрология морей в) гидрология болот г) гидрология озер д) гидрология горных и по-кровных ледников

ЧАСТЬ В - количество верных ответов может быть более одного

1. Вода находится в постоянном движении, испаряясь с поверхностей:

а) Растений б) Материнских пород в) Полезных ископаемых г) Вулканического пепла
д) Пустынь

2. Расходная часть уравнения водного баланса:

а) осадки б) подземный отток в) поверхностный приток г) сточные воды д) конденсация атмосферной влаги

3. Авторами классификации рек по питанию и водному режиму являются:

а) Н.С. Лелявский и В.М. Лохтин б) Н.Е. Долгов. и Е.А. Гейц

в) М. И. Львович и А. И. Войков г) В.В. Докучаев и В.В. Добровольский

4. Морфометрическими элементами долины реки являются:

а) террасы б) грунтовые воды в) долина г) водосборный бассейн д) русло е) наносы

5. Моря Тихого океана:

а) Вандея б) Маккадив в) Ваттовое г) Бали д) Баренцево е) Саву

ЧАСТЬ С

1. Раскройте понятие «Слой скачка» в водоемах.

2. Опишите процесс изменения береговой линии водохранилищ

3. Укажите элементы реки

4. Опишите методику снегомерной съемки.

5. Что такое «Сpirаль Экмана»?

7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Информационные технологии – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки, объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

В образовательном процессе по дисциплине используются следующие информационные технологии, являющиеся компонентами Электронной информационно-образовательной среды БГПУ:

- Официальный сайт БГПУ;
- Система электронного обучения ФГБОУ ВО «БГПУ»;
- Электронные библиотечные системы;
- Мультимедийное сопровождение лекций и лабораторных занятий.

8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья применяются адаптивные образовательные технологии в соответствии с условиями, изложенными в раздел «Особенности организации образовательного процесса по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья» основной образовательной программы (использование специальных учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь и т.п.) с учётом индивидуальных особенностей обучающихся.

9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

9.1 Литература

1. Аполлов, Борис Александрович. Учение о реках : учеб. для географ. фак. ун-тов / Б. А. Аполлов. - М. : Изд-во МГУ, 1963. - 423 с. (4)
2. Виноградов, Юрий Борисович. Современные проблемы гидрологии [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов / Ю. Б. Виноградов, Т. А. Виноградова. - М. : Академия, 2008. - 318, [2] с. : (12)
3. Коротаев, Георгий Владимирович. Морфометрия реки: метод. рекомендации для студ. / Г. В. Коротаев ; М-во просвещения РСФСР, БГПИ им. М. И. Калинина. - Благовещенск : [б. и.], 1983. - 30 с. (4)
4. Леонтьев, Олег Константинович. Физическая география Мирового океана [Текст] : [учеб. пособие] / О. К. Леонтьев. - М. : Изд-во МГУ, 1982. - 200 с. (5)
5. Любушкина, С. Г. Естествознание: Землеведение и краеведение: учеб. пособие для студ. пед. вузов / С. Г. Любушкина, К. В. Пеканг. - М. : Владос, 2002. - 455 с. - (Учебное пособие для вузов) (28)
6. Михайлов, Вадим Николаевич. Гидрология [Текст] : учеб. для студ. вузов / В. Н. Михайлов, А. Д. Добровольский, С. А. Добролюбов. - 3-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2008. - 462, [1] с. (16)
7. Семин, Владимир Алексеевич. Основы рационального водопользования и охраны водной среды : учеб. пособие для студ. вузов по спец. "Биология" / В. А. Семин. - М. : Высш. шк., 2001. - 320 с. (5)
8. Тессман, Николай Федосеевич. Полевая практика по метеорологии и гидрологии [Текст] : учеб. пособие для студ. геогр. фак. пед. ин-тов / Н. Ф. Тессман. - 2-е изд., доп. и перераб. - М. : Просвещение, 1967. - 120 с. : ил. - Библиогр.: с. 118 . (24)
9. Эдельштейн, Константин Константинович. Гидрология материков: учеб. пособие для студ. вузов / К. К. Эдельштейн. - М. : Академия, 2005. - 302, [1] с. (14)

10. Ямковой, Виталий Анатольевич. География воды в вопросах и ответах : учеб. пособие для учащихся общеобразоват. учреждений / В. А. Ямковой ; М-во образования и науки Рос. Федерации. - Благовещенск : Изд-во БГПУ, 2010. - 267 с. (5)

9.2 Базы данных и информационно-справочные системы

1. Федеральный портал «Российское образование». – Режим доступа: <http://www.edu.ru>.
2. Портал Электронная библиотека: диссертации. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru/?menu=disscatalog>
3. Портал научной электронной библиотеки. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> .
4. Сайт Российской академии наук. – Режим доступа: <http://www.ras.ru/sciencestructure.aspx> .
5. Географическая энциклопедия. – Режим доступа: http://mirslovarei.com/geogenc_a
6. Сайт «Планета Земля». – Режим доступа: <http://geosfera.info/>
7. Портал «Природа России». – Режим доступа: <http://www.priroda.ru/>
8. Вода России. Научно-популярная энциклопедия. – Режим доступа: <https://water-rf.ru/>
9. Электронные данные Росгидромета. – Режим доступа: <http://meteorf.ru>
10. Электронные данные Государственного гидрологического института. – Режим доступа: <http://www.hydrology.ru>.

9.3 Электронно-библиотечные ресурсы

1. Polpred.com ОбзорСМИ/Справочник <http://polpred.com/news>.
2. ЭБС «Юрайт» <https://urait.ru/>.

10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

Для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются аудитории, оснащённые учебной мебелью, аудиторной доской, компьютером с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением, с выходом в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ, мультимедийными проекторами, экспозиционными экранами, учебно-наглядными пособиями (настенные карты, мультимедийные презентации).

Самостоятельная работа студентов организуется в аудиториях оснащенных компьютерной техникой с выходом в электронную информационно-образовательную среду вуза, в специализированных лабораториях по дисциплине, а также в залах доступа в локальную сеть БГПУ.

Лицензионное программное обеспечение: операционные системы семейства Windows, Linux; офисные программы Microsoft office, LibreOffice, OpenOffice; Adobe Photoshop, Matlab, DrWeb antivirus и т.п.

Учебно-наглядные пособия - слайды, таблицы, мультимедийные презентации по дисциплине «Гидрология»

Разработчик: Щипцова Е.А., к.г.н., доцент кафедры географии.

11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ

Утверждение изменений в рабочей программе дисциплины для реализации в 2020/2021 уч. г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020/2021 учебном году на заседании кафедры географии (протокол № 8 от «21» апреля 2021 г.).

В рабочую программу дисциплины внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения: 1	
№ страницы с изменением: 45	
Исключить:	Включить:
	В пункт 9.3: ЭБС «Юрайт» https://urait.ru

Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2022/2023 уч. г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022/2023 учебном году на заседании кафедры (протокол № 9 от 26 мая 2022 г.). В РПД внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения: 2	
№ страницы с изменением: 44	

В Раздел 9 внесены изменения в список литературы, в базы данных и информационно-справочные системы, в электронно-библиотечные ресурсы. Указаны ссылки, обеспечивающие доступ обучающимся к электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам с сайта ФГБОУ ВО «БГПУ».