

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра инженерной гидрологии

Фонд оценочных средств по учебной дисциплине

ОБЩАЯ ГИДРОЛОГИЯ

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

05.03.02 «География»

Направленность (профиль):

Физическая география и ландшафтоведение

Квалификация:

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

6 декабря 2022 г., протокол № 22/23-04
Зав. кафедрой [подпись] Хаустов В.А.

Автор-разработчик:

[подпись] Винокуров И.О.

**1. Паспорт Фонда оценочных средств по дисциплине
ГИДРОЛОГИЯ СУШИ**

Таблица 1

№	Раздел / тема дисциплины	Формируемые компетенции	Наименование средств текущего контроля
1	Уникальные физические свойства воды и их значение для окружающей среды. Гидросфера, гидрологический цикл, гидрология.	ОПК-2	Устный опрос 1. Практическая работа 1.
2	Реки: источники питания, водный баланс речного бассейна, водный режим, движение воды, виды стока, ледовые явления.	ОПК-2	Устный опрос 2. Практическая работа 2. Практическая работа 3.
3	Озера: происхождение котловин, водные массы, водный баланс озер, лимнические зоны, термические процессы, озерные отложения.	ОПК-2	Устный опрос 3. Письменный опрос. Промежуточное тестирование.
4	Водохранилища: распространение по планете, влияние водохранилищ на окружающую среду и сток.	ОПК-2	Устный опрос 4.
5	Болота: факторы формирования болот, заболоченные территории, виды болот, водный баланс болот, торфонакопление, движение воды в торфе, гидрологическая роль болот.	ОПК-2	Устный опрос 5.
6	Подземные воды: происхождение, виды подземных вод, роль подземных вод в питании рек, использование подземных вод и последствия их чрезмерного изъятия.	ОПК-2	Устный опрос 6.
7	Гидроэкосистемы: виды гидроэкосистем и их особенности, теория речного и озерного континуума.	ОПК-2	Устный опрос 7. Доклад. Практическая работа 4.
Форма промежуточной аттестации: экзамен			

2. Перечень компетенций, с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

Таблица 2

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Виды оценочных средств
ОПК-2. Способен применять теоретические знания о закономерностях и особенностях развития и взаимодействия при-	Знать: <ul style="list-style-type: none"> • гидрологические термины, понятия, характеристики, классификации; • гидрологические факторы функционирования гидроэкосистем; • основные процессы, происходящие в водных объектах и в гидросфере в целом; 	Задания репродуктивного уровня: Практическая работа 1 Практическая работа 2 Практическая работа 3 Практическая работа 4

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Виды оценочных средств
родных, производственных и социальных территориальных систем при решении задач профессиональной деятельности	<ul style="list-style-type: none"> • основные методы анализа гидрометеорологических данных. 	
	Уметь: <ul style="list-style-type: none"> • описывать водные объекты и гидрологические процессы с использованием специальной терминологии; • получать гидрометеорологические данные из доступных источников и открытых профессиональных баз данных; • анализировать гидрометеорологические данные для получения информации о водных объектах. 	Задания реконструктивного уровня: Устные опросы Практическая работа 2 Практическая работа 3 Письменный опрос
	Владеть: <ul style="list-style-type: none"> • гидрологической терминологией; • современными методами получения количественных характеристик водных объектов и оценивания процессов, в них происходящих. 	Задания практико-ориентированного / исследовательского / творческого уровня: Доклад Практическая работа 4

3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 3.

Распределение баллов по видам учебной работы

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	0-10
Практическая работа 1	0-15
Практическая работа 2	0-10
Практическая работа 3	0-10
Практическая работа 4	0-10
Письменный опрос, семинар по Ладожскому озеру	0-5
Промежуточное тестирование	0-15
Промежуточная аттестация	0-25
ИТОГО	0-100

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 40 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Таблица 5.

Балльная шкала итоговой оценки на экзамене

Оценка	Баллы
Отлично	85-100
Хорошо	65-84
Удовлетворительно	40-64
Неудовлетворительно	0-39

4. Содержание оценочных средств текущего контроля. Критерии оценивания

Практическая работа 1

Задание репродуктивного уровня

Расчет средних по площади значений гидрометеорологических характеристик (на примере осадков)

Цель работы: определить средний по площади слой осадков различными методами.

Исходные данные: схема территории с нанесенными на нее пунктами метеорологической сети и среднегодовые значения слоя осадков в этих пунктах.

Теоретическая часть

Осадки – один из основных гидрометеорологических элементов. Точность определения количества осадков, их распределения во времени и пространстве обуславливает надежность воднобалансовых расчетов. Для расчета используют данные осадкомеров, плювиографов, суммарных осадкомеров.

Распределение осадков в пространстве характеризуется зональностью. Помимо этого существенное влияние на их количество оказывают удаленность и открытость района по отношению к океану, рельеф, характер растительности, наличие крупных водных объектов.

Графически-расчетная часть

В зависимости от цели использования средние слои осадков вычисляются за различные интервалы времени (конкретный год, сезон, месяц, многолетний период) по данным метеорологической сети заданной территории.

Средний по площади слой осадков может быть определен одним из следующих методов: среднего арифметического, взвешивания по площадям, квадратов, изогьет, взвешивания по корреляции осадков со стоком.

Метод среднего арифметического. Средний слой осадков X получается как частное от деления суммы осадков по всем метеостанциям на число этих метеостанций. Основное преимущество метода – его простота и малая трудоемкость. Но этот метод дает хорошие результаты для условий равнинного рельефа и равномерного распределения осадков при равномерном размещении станций метеорологической сети.

Метод взвешивания по площадям. Вычисление среднего по площади слоя осадков производится с учетом площадей, тяготеющих к станциям. Для выделения этих площадей соседние станции на схеме соединяют прямыми линиями, через середины которых проводят перпендикуляры до их пересечения. В результате такого построения перпендикулярные линии становятся границами полигонов, тяготеющих к метеорологическим станциям, расположенным в их центральной части. Любая точка внутри полигона расположена ближе к центральной, чем к любой другой станции. Сумма осадков, зафиксированная центральной станцией x_i , относится ко всей площади полигона.

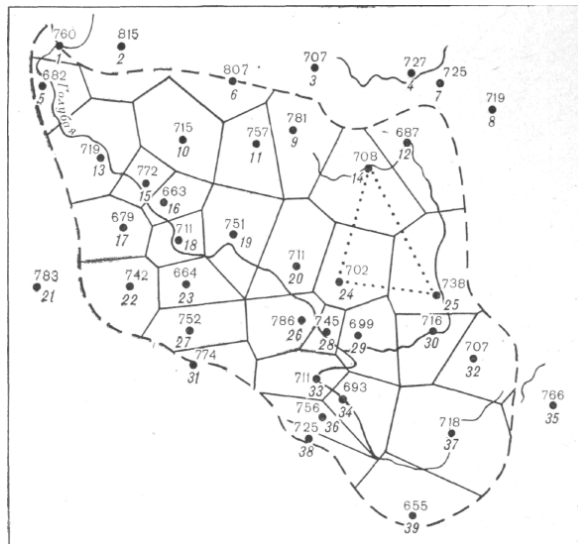


Рисунок 1 Пример полигонов

Площади полигонов f_i планиметрируются или определяются другими способами и выражаются в долях от общей площади бассейна F :

$$k_i = f_i / F \quad (1),$$

где k_i – весовой коэффициент.

Средневзвешенная сумма осадков определяется по формуле:

$$X = (x_1 f_1 + x_2 f_2 + \dots + x_n f_n) / (f_1 + f_2 + \dots + f_n) \quad (2),$$

или

$$X = x_1 k_1 + x_2 k_2 + \dots + x_n k_n \quad (3).$$

Расчёт сводится в таблицу 2.

Таблица 1

Расчет среднего по площади количества осадков методом полигонов

Номер метеостанции	Осадки на метеостанции, x_i , мм	Площадь полигона, f_i , см ²	Весовой коэффициент, $k_i = f_i / F$	Осадки в полигоне, X_i , мм
		$\sum f_i = F$	$\sum k_i = 1$	$\sum X_i = \dots$ мм

Результаты, получаемые способом взвешивания, точнее, чем при арифметическом осреднении, особенно для случаев неравномерного распределения осадков. Основным недостатком метода заключается в необходимости заново определять весовые коэффициенты каждого полигона, когда сеть пополняется новой станцией или из нее исключается ранее действовавшая станция.

Метод изогьет. На карте с нанесенными у станций суммами осадков проводятся изогьеты – линии, соединяющие точки с равными количествами осадков. Для построения изогьет

задаются их сечением. Необходимо, чтобы на схеме проходило не менее 5 изогией. При построении изогией производится интерполяция осадков между соседними станциями. Предполагается, что изменение количества осадков происходит постепенно. После построения изогией определяются заключенные между соседними изогиеями площади в пределах контура бассейна.

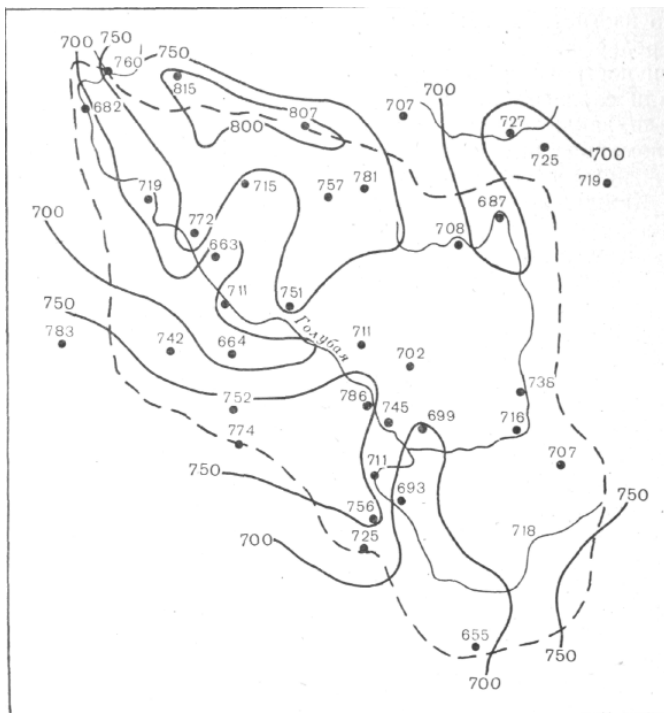


Рисунок 3 Пример изогией

Средний по площади слой осадков вычисляется по формуле:

$$X = ((x_1 + x_2) f_1 / 2 + (x_2 + x_3) f_2 / 2 + \dots + (x_n + x_{n+1}) f_n / 2) / (f_1 + f_2 + \dots + f_n) \quad (4),$$

где x_1, x_2, \dots, x_n – значения осадков по изогиеям, мм;

f_1, f_2, \dots, f_n – площади, ограниченные изогиеями и границами бассейна.

Расчёт сводится в таблицу 2.

Таблица 2

Расчет среднего по площади количества осадков методом изогией

Изогиды, x_i мм	Среднее значение осадков между изо- гидыями, $X_{i\text{ ср}}$, мм	Площадь между изогидыями, f_i , см ²	Весовой коэф- фициент, $k_i = f_i / F$	Осадки между изогидыями, $X_i = X_{i\text{ ср}} * k_i$ мм
		$\sum f_i = F$	$\sum k_i = 1$	$\sum X_i = \dots$ мм

Способ изогией дает непосредственное распределение осадков по территории, что и является его достоинством. Точность определения зависит от плотности расположения пунктов наблюдений и равномерности распределения осадков.

Полученные тремя методами значения сравниваются и даются рекомендации по применению того или иного из использованных методов. Выбор способа расчета средних слоев осадков определяется целью использования результатов, техническими возможностями, густотой речной сети и характером распределения осадков по территории.

Расчеты выполняются в таблицах, а построения могут быть выполнены как вручную, так и на компьютере с применением соответствующего программного обеспечения.

Контрольные вопросы:

1. Что такое осадки? Какие виды осадков Вы знаете?
2. Как можно определить количество и интенсивность осадков?
3. Какие факторы подстилающей поверхности влияют на количество осадков?
4. Каковы достоинства и недостатки использованных в работе методов?
5. На каком принципе основано определение интенсивности осадков с помощью радаров?

Критерии оценивания:

Незачтено 0 баллов

Сдано на 2 недели позже установленного срока 3 балл

Сдано на 1 неделю установленного срока 5 балла

Сдано в срок, но было много существенных замечаний, и работа отправлена на доработку 8 баллов

Сдано в срок, но были замечания, исправление которых не потребовало изменения сроков сдачи работы 12 баллов

Сдано в срок без существенных замечаний 15 баллов

Практическая работа 2

Задание реконструктивного уровня

Задание практико-ориентированного уровня

Водный баланс речного бассейна

Цель работы: определить величины элементов водного баланса речного бассейна за год на основе данных метеорологических наблюдений с применением существующих методов расчета и оценить невязку баланса.

Исходные данные: значения среднемесячных величин осадков, температуры и абсолютной влажности воздуха за год для трех метеостанций, расположенных на территории бассейна реки, величина среднегодового расхода реки в заданном створе, площадь бассейна реки.

Теоретическая часть

Метод водного баланса отражает общий закон сохранения материи и основан на равенстве: для любого объема пространства, ограниченного некоторой произвольной поверхностью, количество воды, вошедшее внутрь этого объема, за вычетом количества воды, вышедшего из него, должно равняться изменению количества воды внутри данного объема.

При рассмотрении водного баланса речного бассейна с естественным режимом стока для гидрологического года, в течение которого совершается цикл накопления и расходования влаги на поверхности бассейна, его уравнение можно записать в следующем виде:

$$x = y + E \pm \Delta U \quad (1),$$

где: x – атмосферные осадки, выпавшие на водосбор, мм;
 y – слой речного стока в замыкающем створе, мм;
 E – суммарное испарение с водосборного бассейна, мм;

ΔU – остаточный член, включающий неучтенные элементы баланса и погрешности при определении его элементов, мм.

Расчетная часть

Расчет водного баланса выполнен для бассейна реки Великой, в створе, где площадь бассейна $F_{\text{бас.}} = 20\,200 \text{ км}^2$. Исходные данные для расчета водного баланса взяты по трем метеорологическим станциям, расположенным на территории бассейна реки.

Средний по бассейну слой осадков рассчитан методом среднего арифметического по данным трех метеостанций:

Таблица 1

Расчет среднего слоя осадков для бассейна реки.

Метеостанция	Месяц/среднемесячное значение осадков, X, мм												Σx
	-	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Псков	13,1	42,1	24,9	44,9	68,9	50,5	77,7	41,2	80,8	43,2	63,4	35,1	585,8
Пушкинские Горы	17,5	54,0	24,0	30,4	80,3	59,3	49,9	13,3	80,1	45,1	83,9	50,7	588,5
Опочка	18,7	46,1	24,9	27,4	71,9	47,9	55,6	9,1	80,5	35,7	70,2	48,6	536,6

Среднее рассчитанное значение осадков для бассейна реки $X = 570 \text{ мм}$.

Слой стока воды с бассейна рассчитан по данным о ежедневных расходах:

$$y = (Q \cdot T) \cdot 10^{-3} / F \quad (2),$$

где: y – слой речного стока в замыкающем створе, мм;

Q – среднегодовой расход воды в замыкающем створе, $\text{м}^3/\text{с}$;

T – количество секунд в году;

F – площадь бассейна, км^2 .

При $Q = 69,3 \text{ м}^3/\text{с}$ слой стока равен

$$y = (69,3 \cdot 31,5 \cdot 10^6) \cdot 10^{-3} / 20\,200 = 108 \text{ мм}.$$

Норма испарения с поверхности водосбора определяется по методу А.Р. Константинова с помощью номограммы. Предварительно рассчитываются значения годовых норм абсолютной влажности воздуха и температуры воздуха.

Таблица 2

Расчет среднегодовой абсолютной влажности воздуха для бассейна реки

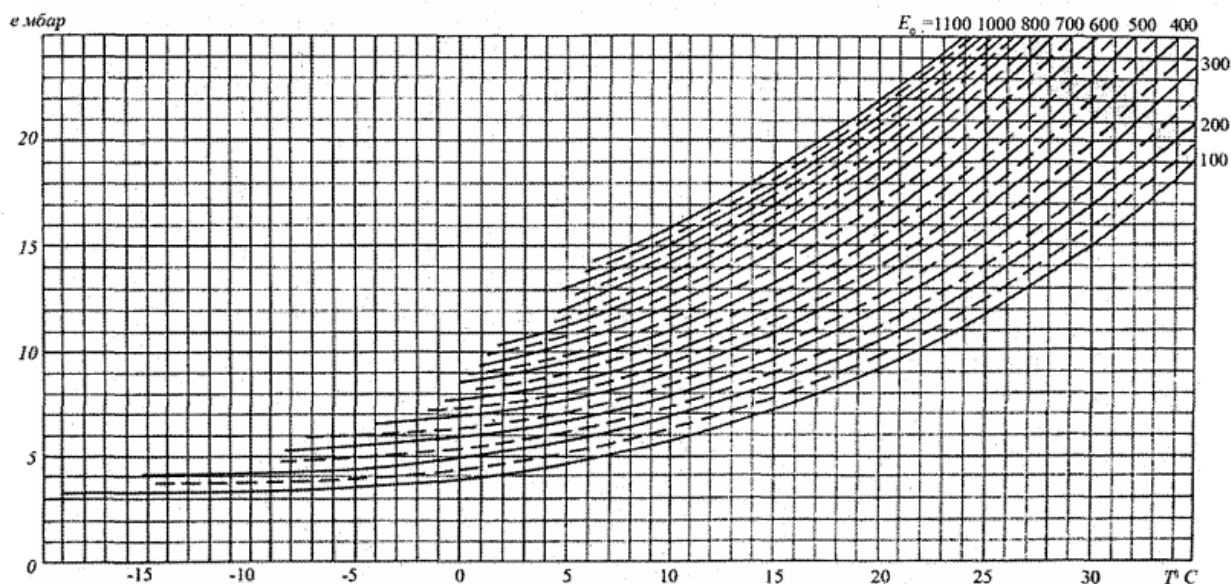
Метеостанция	Месяц/среднемесячное значение абсолютной влажности воздуха, e, мбар												Среднее
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Псков	3,4	4,2	4,8	6,1	9,1	13,8	14,6	12,7	9,0	6,8	5,0	4,1	7,8
Пушкинские Горы	3,2	4,4	4,8	5,9	9,3	12,9	15,0	12,6	8,9	6,8	4,9	4,0	7,7
Опочка	3,3	4,6	5,0	6,0	9,3	13,0	14,8	12,8	9,1	6,8	5,1	4,0	7,8

Среднее рассчитанное значение абсолютной влажности воздуха для бассейна реки Великой $e = 7,8$ мбар.

Таблица 3
Расчет среднегодовой температуры воздуха для бассейна реки

Метеостанция	Месяц/среднемесячное значение температуры воздуха, t °C												Среднее
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Псков	-6,0	-3,4	-0,5	4,9	11,6	16,9	19,4	15,8	8,2	3,6	-1,5	-5,7	5,3
Пушкинские Горы	-6,2	-3,0	-0,5	5,5	11,8	16,9	19,0	15,6	8,0	3,3	-1,6	-5,9	5,2
Опочка	-6,2	-2,7	-0,4	5,1	11,4	16,7	18,5	15,4	7,8	3,3	-1,3	-5,6	5,2

Среднее рассчитанное значение температуры воздуха для бассейна реки Великой $t = 5,2$ °C.



Номограмма для вычисления нормы годового испарения по средней годовой температуре и влажности воздуха (по А.Р. Константинову)

Таким образом, определенная по номограмме, по известным значениям t и e , норма годового испарения составляет: $E_0 = 400$ мм. Невязка баланса 62 мм.

Таблица 4
Водный баланс бассейна реки Великой

Элементы прихода	Слой мм	Объем 10^6 м ³	Элементы расхода	Слой мм	Объем 10^6 м ³	Невязка мм
Осадки	570	11514	Сток	108	2182	
			Испарение	400	8080	
Приход	570	11514	Расход	508	10262	62

Контрольные вопросы:

1. Что такое водосборный бассейн?
2. Каковы закономерности изменения норм элементов баланса по территории России?
3. Как влияют характеристики водосбора на процесс формирования стока?
4. Какие исходные данные необходимы для определения нормы годового испарения с поверхности суши методами А.Р. Константинова и М.И. Будыко?

Критерии оценивания:

Незачтено 0 баллов

Сдано на 2 недели позже установленного срока 2 балл

Сдано на 1 неделю установленного срока 4 балла

Сдано в срок, но было много существенных замечаний и работа отправлена на доработку 6 баллов

Сдано в срок, но были замечания, исправление которых не потребовало изменения сроков сдачи работы 8 баллов

Сдано в срок без существенных замечаний 10 баллов

Практическая работа 3

Задание реконструктивного уровня

Анализ водного режима и источников питания реки

Река

Гидропост

Год

Метеостанция

Цель работы: уметь описывать водный режим водотока по гидрографу, оценивать источники питания реки и основные гидрологические характеристики.

Исходные данные: гидрограф реки в выбранном пункте за год, полученный из АИС ГМВО.

Теоретическая часть:

Река – природный водный поток (водоток) значительных размеров с естественным течением по руслу (выработанному им естественному углублению) от истока вниз до устья и питающийся за счёт поверхностного и подземного стока с его бассейна.

Водосбор (водосборный бассейн) – часть земной поверхности (включая толщу почв и горных пород), откуда происходит сток в реку, или другую водную систему.

Водный режим – изменение во времени расхода воды, уровней воды и объёмов воды в водных объектах.

Половодье – многоводная фаза водного режима реки, ежегодно повторяющаяся в один и тот же сезон года, – относительно длительное и значительное увеличение водности реки, вызывающее подъём её уровня; обычно сопровождается выходом вод из меженного русла и затоплением поймы.

Паводок – многоводная фаза водного режима реки, которая может многократно повторяться в различные сезоны года, характеризуется интенсивным (обычно кратковременным) увеличением расходов и уровней воды и вызывается дождями или обильным снеготаянием во время оттепелей.

Периодически паводки не повторяются, и в этом их отличие от половодья. Продолжительность паводка от нескольких долей часа до нескольких суток. Среднемесячные расходы в период половодья и паводков больше среднегодовых.

В отличие от половодья паводок может возникать в любое время года. Значительный паводок может вызвать наводнение. В процессе перемещения паводка по реке образуется паводочная волна.

Межень – маловодная фаза водного режима, которой характерен низкий уровень воды в реке, озере. На реках умеренной полосы наблюдается летняя (или летне-осенняя) и зимняя межень, так как в эти периоды поверхностный сток воды очень мал, и реки, в основном, питаются подземными водами.

К летней (летне-осенней) межени относят период от конца половодья до осенних паводков, а при их отсутствии — до начала зимнего периода, то есть до появления на реке ледовых явлений.

За зимнюю межень принимают период от начала зимнего периода до начала половодья.

Межень продолжается в зависимости от климатических условий от нескольких дней до нескольких недель. Межень обычно возникает всегда в одно и то же время года.

Ход выполнения работы:

1. Описать реку и её водосбор.
2. Ознакомиться с понятиями, приведенными выше.
3. Из базы АИС ГМВО получить гидрограф реки в конкретном посту за выбранный год.
4. Проанализировать гидрограф, выделить основные фазы водного режима и занести их характеристики в таблицы 1 и 2.
5. Рассчитать коэффициент стока за год, пользуясь данными из Практической работы 2.

Коэффициент стока равен $\alpha = \frac{y}{x}$

(числитель – слой стока, знаменатель – сумма осадков за год, оба значения из работы Водный баланс речного бассейна)

6. Описать гидрограф и основные фазы водного режима в Выводе к работе.

Таблица 1

Характеристики многоводных фаз

	Начало		Пик		Окончание		Продолжительность Дни
	Дата	Q, м ³ /с	Дата	Q, м ³ /с	Дата	Q, м ³ /с	
Половодье							61
Паводок 1							
Паводок 2							

Таблица 2

Характеристики маловодных фаз

	Дата начала	Дата окончания	Продолжительность, дни
Зимняя межень начала года			
Зимняя межень конца года			
Летняя (летне-осенняя межень)			

Критерии оценивания:

Незачтено 0 баллов

Сдано на 2 недели позже установленного срока 2 балл

Сдано на 1 неделю установленного срока 4 балла

Сдано в срок, но было много существенных замечаний и работа отправлена на доработку 6 баллов

Сдано в срок, но были замечания, исправление которых не потребовало изменения сроков сдачи работы 8 баллов

Сдано в срок без существенных замечаний 10 баллов

Практическая работа 4

Задания практико-ориентированного, исследовательского уровня

Анализ зависимости ионного состава и минерализации воды реки (название) – пост (название) от её водности

Цель работы: исследовать зависимость общей минерализации и ионного состава воды реки от ее водности.

Исходные данные: значения расходов воды (желательно измеренных) в гидрометрическом створе реки за 4-5 последовательных лет (20-25 значений), Q ($\text{м}^3/\text{с}$); и данные о соответствующем этим расходам химическом составе воды: O_2 , CO_2 , Ca^{2+} , Mg^{2+} , $\text{Na}^+\text{+K}^+$, HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , P , NO_2^- , $\sum n$ ($\text{мг}/\text{дм}^3$) и др.

Некоторые теоретические сведения: Основные группы химического состава речных вод: главные ионы, органические вещества, биогенные вещества, растворенные газы, микроэлементы, ионы водорода. Химические элементы могут находиться в воде в состоянии растворенных свободных молекул, в газообразных соединениях, в виде ионов минеральных соединений, в молекулярном или коллоидном состоянии.

Химический состав поверхностных вод очень разнообразен, поскольку его формирование и изменение обусловлено многими факторами (табл. 3). Факторы формирования химического состава речных вод делятся на естественные и антропогенные.

Главные естественные факторы формирования химического состава речных вод: процессы инфильтрации, выветривания и растворения горных пород. Также важна жизнедеятельность микроорганизмов, деятельность бактерий, фотосинтетическая деятельность растений и др.

Антропогенные факторы: поступление химических элементов антропогенного происхождения в воду с атмосферными осадками, поверхностным и подземным стоком, сточными водами промышленных и сельскохозяйственных предприятий.

От объема воды в реке, определяемого той или иной фазой ее водного режима и метеорологическими условиями конкретного периода времени, зависит степень разбавления поступающих вод и, следовательно, концентрация содержащихся в них химических элементов и соединений.

Концентрация химических элементов определяет качество воды, ее пригодность для питьевого или промышленного водоснабжения, рыбозаводства, сельскохозяйственного водопользования. Наличие того или иного химического элемента в воде реки или озера может положительно или отрицательно влиять на ее качество (табл. 3). Более того, один и тот же элемент в зависимости от его количества в воде также может играть разную роль.

Метод исследования: Графические зависимости двух переменных величин имеют широкое применение в гидрологии. Построение графиков связи позволяет получить наглядное представление о характере зависимости между анализируемыми переменными, осуществить интерполяцию между измеренными величинами, установить аналитическое выражение полученной зависимости. Графический анализ позволяет выбрать лучшую статистическую модель, избежать ненужных вычислений, установить точки, требующие специального анализа.

Простейшим способом оценки тесноты линейной связи является определение коэффициента корреляции по приближенной формуле в зависимости от расположения точек в поле графика (корреляционное поле). Мерой наличия корреляционной связи между характеристиками служит значение коэффициента корреляции R . Величина коэффициента корреляции определяет степень тесноты связи.

Качественная характеристика тесноты связи

Количественная мера тесноты связи, R	Качественная характеристика тесноты связи
0	Отсутствие связи
0,1 – 0,3	Слабая
0,3 – 0,5	Умеренная
0,5 – 0,7	Заметная
0,7 – 0,9	Высокая
0,9 – 0,99	Весьма высокая
1,0	Функциональная зависимость

Ход выполнения работы:

1. Найти информацию о реке: географическое положение, водный режим, источники питания, особенности водосбора, хозяйственное использование.
2. Ознакомиться с исходными данными. Вариант исходных данных представлен в табл. 2. Создать таблицу исходных данных в Excel.
3. Построить графики зависимости (**при ее наличии**) между значениями расхода воды и значениями общей минерализации (суммы ионов) воды и концентрациями различных элементов (рис. 1).

Ход построения графика зависимости между двумя переменными:

- в Excel создать новый документ;
 - сформировать таблицу исходных данных (пример в таблице 2);
 - выделить два столбца данных: первый столбец содержит значения расходов воды, второй – значения одного из элементов химического состава. Ряд значений не должен содержать пропуски;
 - выбрать вкладку Вставка;
 - выбрать тип диаграммы Точечная;
 - визуально проанализировать поле точек на наличие зависимости между исследуемыми переменными;
 - кликнуть по какой-то точке (должны выделиться все точки) и нажать правую клавишу мышки;
 - в выпадающем меню выбрать Добавить линию тренда и отметить в его нижней части опции Показывать уравнение на диаграмме и Поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации R^2 ;
 - последовательно изменяя в выпадающем меню вид тренда (не использовать полиномиальную зависимость и линейную фильтрацию), выбрать тот, который характеризуется наибольшим значением коэффициента детерминации R^2 ;
 - если ни один из трендов не позволяет надёжно аппроксимировать взаимосвязь между переменными (то есть всегда $R^2 \leq 0,49$), то линия тренда не строится.
- Отредактировать график, используя стандартные опции (вкладка Макет): выбрать параметры осей, подписать их названия, нанести, по желанию, линии сетки, изменить цвет и вид точек и полученного графика. Пример графика представлен на рисунке 1.

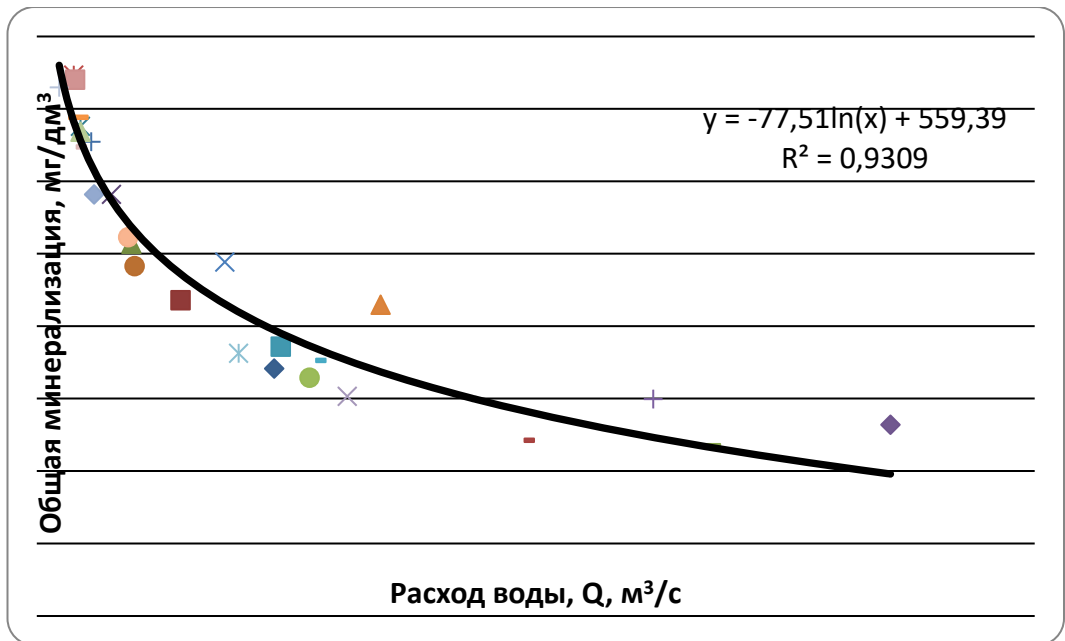


Рисунок 1. Зависимость общей минерализации от расхода воды (р. Салаца – ст. Лагасте)

Химический состав и расходы воды р. Салаца – ст. Лагасте

N	Дата	Q, м ³ /с	O ₂ , мг/л	CO ₂ , мг/л	pH	Ca ²⁺ , мг/л	Mg ²⁺ , мг/л	Na ⁺ -+K ⁺ , мг/л	HCO ₃ ⁻ , мг/л	SO ₄ ²⁻ , мг/л	Cl ⁻ , мг/л	NO ₃ ⁻ , мг/л	NO ₂ ⁻ , мг/л	Σп, мг/л	P, мг/л
1	11.04.1961	107	12,8	6,8	7,79	32,7	4,6	4,5	114,7	11,2	2,1	1	0,002	170,8	0,005
2	21.04.1961	64,8	9,53	6,4	7,23	41,1	6,3	5,5	148,9	12,2	3,1	0,85	0,002	217,9	0,007
3	26.04.1961	42,6	9,99	6,5	7,77	46,8	10	3,8	178,2	13,6	3,7	0,85	0,002	256,9	0,037
4	22.08.1961	33,7	8,03	4	8,07	54	10,7	4	203,8	14	3,7	0,75	0	291	0,009
5	05.10.1961	19,7	11,8	3,2	7,76	60,2	15	3,8	236,7	17,2	4,5	0,5	0	337,9	0,011
6	13.12.1961	44,1	13,9	2,9	7,78	45	9,1	3,2	162,9	14,7	3,5	3	0,014	241,4	0,041
7	27.12.1961	24,5	11	7,9	7,47	59,7	15,2	1,2	223,9	20,7	5,6	1	0,019	327,3	0,037
8	08.04.1962	220	11,6	1	7,39	22	4,6	2	78,1	8,7	1,6	4	0,15	121,2	0,037
9	11.05.1962	304	12	2,1	7,39	21,2	4,3	3	72	10,3	2,6	4	0,003	117,4	0,056
10	15.04.1962	385	9,37	1,8	7,39	25,4	4	7,5	80,6	9,7	2,8	2	0,01	132	0,011
11	27.04.1962	110	7,91	3,5	7,59	37,9	6,1	0,2	125,6	13,2	1,4	1,5	0,002	185,9	0,009
12	12.09.1962	155	10,2	5,3	7,68	43,7	6,6	0,8	151,3	8,7	3	0,7	0	214,8	0,009
13	13.12.1962	84,8	12,7	5,1	7,6	46,4	7,8	4,5	166,6	14,9	3,2	0,75	0,01	244,2	0,028
14	04.02.1963	16,61	8,7	21,5	7,57	68,2	11,3	11,2	256,2	20,4	5	1	0,039	373,3	0,032
15	14.04.1963	123	12,8	8,8	7,19	29,3	4,6	7	103,1	16,5	2,5	1,5	0,039	164,5	0,039
16	24.04.1963	278	10,5	29,9	7,19	29,3	3,2	5	94,6	15	1,8	0,75	0,023	149,7	0,041
17	29.04.1963	126	15,2	15	7,37	35,5	5,7	0,5	122	11,2	0,4	1	0,003	176,3	0,032
18	12.06.1963	18,7	8,83	7,5	7,76	62,1	13,4	6,2	238,5	17,5	6,4	0,02	0,002	344,1	0,005
19	04.11.1963	25,8	12,3	5,6	7,77	59,5	12,2	3	189	22,2	4,6	0,5	0	291	0,005
20	26.12.1963	17,2	7,17	22	7,16	68,1	12,8	8,5	247,7	25,1	7,1	0,75	0,025	370,1	0,008
21	02.04.1964	19,7	11,6	22,1	7,69	60,3	12,5	7,5	223,3	23,6	6	1	0,033	334,2	0,068
22	18.04.1964	140	18	1,9	7,6	30,3	4,7	2	94	15,5	3,5	1,5	0,024	151,5	0,089
23	25.04.1964	91	13,5	2	7,74	37,3	5,8	0,5	116,5	17,1	2,5	1,5	0,027	181,2	0,085
24	12.05.1964	41,2	11,7	3,3	7,76	50,3	9,5	2,5	176,3	18,8	3,5	0,45	0,016	261,4	0,011
25	22.09.1964	10,1	9,73	2,6	8,28	65,7	14,6	6,5	248,3	23	6,7	0,04	0,001	364,8	0,07
26	23.11.1964	18	12,3	3,1	8,31	59,5	11,8	7	209,3	27,3	6,7	2	0,002	323,6	0,043
	максимум	385	18	29,9	8,31	68,2	15,2	11,2	256,2	27,3	7,1	4	0,15	373,3	0,089
	минимум	10,1	7,17	1	7,16	21,2	3,2	0,2	72	8,7	0,4	0,02	0	117,4	0,005
	среднее	96,9	11,3	7,8	7,6	45,8	8,7	4,3	163,9	16,2	3,8	1,27	0,017	244,0	0,032

4. Аналитическая часть:

- Анализируются полученные графические зависимости. Наличие или отсутствие связи между ионным составом и водностью объясняется с учётом расположения исследуемого объекта и источников поступления химических веществ в него (см. *Охрана и мониторинг поверхностных вод суши* Владимиров А.М., Орлов В.Г. – СПб., изд. РГГМУ, 2009).
- Вода классифицируется по степени минерализации (табл. 3).
- Вода классифицируется по преобладающим ионам (классы и группы по О.А. Алекину, рисунок 2).
- Определяется тип гидрохимического режима реки по О.А. Алекину (табл. 4).

Таблица 3

Классификация вод по степени минерализации

Категория вод	Минерализация г/дм ³
Ультрапресные	< 0.2
Пресные	0.2 - 0.5
Воды с относительно повышенной минерализацией	0.5 - 1.0
Солоноватые	1.0 - 3.0
Солёные	3 - 10
Воды повышенной солёности	10 - 35
Рассолы	> 35

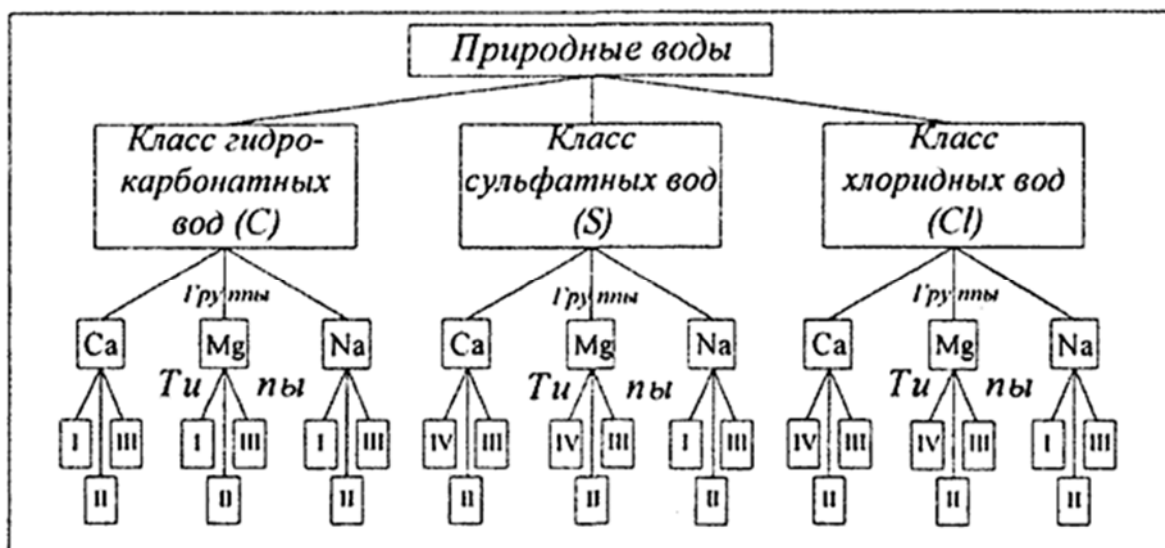


Рисунок 2. Классификация вод по химическому составу (по О.А. Алекину)

Таблица 4

Типы гидрохимического режима рек (по О.А. Алекину)

Тип гидрохимического режима по характеру внутригодовых изменений	Основные признаки	Класс речной воды по доминирующему аниону в течение года						
		C	C, S	C, Cl	C, S, Cl	S, CL	S	Cl
1 Восточно-Европейский	Минимум минерализации в период максимального расхода реки в воде, большая амплитуда минерализации	HP	HP	P	P	B	B	B
2 Казахский	Быстрое увеличение минерализации после кратковременного половодья	B	P	HP	HP	MP	B	MP
3 Сибирский	Минимум минерализации воды наступает после максимума расходов, сравнительно велика амплитуда колебания минерализации	HP	MP	P	B	MP	MB	MB
4 Дальневосточный	Связь между расходом и минерализацией воды нечеткая, очень мала амплитуда колебания минерализации воды во времени	HP	B	B	B	MB	MB	MB
5 Черноморский	Крайняя неустойчивость водного режима, который почти не влияет на изменение минерализации воды	HP	MP	B	B	B	B	B
6 Тянь-шаньский	Минимум минерализации наступает во время максимума расхода воды	HP	HP	MP	MP	MB	MB	MB

Примечание: C – гидрокарбонатный, S – сульфатный; Cl – хлоридный; HP – наиболее распространенный; P – распространенный; MP – мало распространенный; B- возможный; MB- маловероятный.

Контрольные вопросы:

1. Назовите основные группы химического состава воды.
2. Какие факторы влияют на химический состав воды?
3. Охарактеризуйте типы гидрохимического режима рек по классификации О.А. Алекина.

Критерии оценивания:

Незачтено 0 баллов

Сдано на 2 недели позже установленного срока 2 балла

Сдано на 1 неделю установленного срока 4 балла

Сдано в срок, но было много существенных замечаний и работа отправлена на доработку 6 баллов

Сдано в срок, но были замечания, исправление которых не потребовало изменения сроков сдачи работы 8 баллов

Сдано в срок без существенных замечаний 10 баллов

Семинар по Ладожскому озеру

Письменный опрос

Цель занятия – ознакомить студентов с основными способами получения гидрометеорологической информации и подходами, применяемыми при исследовании явлений и процессов, протекающими в природной среде, главным образом – в гидросфере.

Научно-популярный фильм повествует о работе участников Ладожской экспедиции. Просмотр фильма «Ладога, 60-е» позволяет сравнить существовавшие способы измерения гидрометеорологических величин и изучения природных явлений с современными. Перед просмотром студентам предлагается письменно ответить на ряд вопросов, после просмотра они снова отвечают на те же вопросы и сравнивают ответы.

Результаты комплексного многолетнего исследования Ладоги представлены в Атласе Ладожского озера, с которым студенты знакомятся в ходе семинара.

Вопросы по фильму «Ладога, 60-е»

1. Какова максимальная глубина Ладоги?
2. На сколько может изменяться уровень озера?
3. Что такое шхеры? В какой части Ладоги они распространены?
4. Почему необходимо измерять параметры явления в нескольких точках поверхности озера?
5. Как называется прибор для непрерывного измерения в течение какого-то времени скорости и направления течения воды в озере? На какую глубину может опускаться этот прибор?
6. Какие характеристики можно измерить и пробы чего отобрать с помощью
– батометра _____
– стратометра _____
– пиранометра (актинометра) _____
– планктонной сетки _____
7. Что такое бентос? Кто им питается?
8. Первое звено пищевой цепи пресноводного водоема – фитопланктон, следующее звено – _____, затем – _____.
9. Объясните, как учёные планировали использовать явление термобара для продления навигации в Неве.

Критерии оценивания:

Представлены правильные ответы менее, чем на 5 вопросов – 0 баллов

Представлено 5 правильных ответов – 1 балл

Представлено 6 правильных ответов – 2 балла

Представлено 7 правильных ответов – 3 балла

Представлено 8 правильных ответов – 4 балла

Представлено 9 правильных ответов – 5 баллов

Промежуточное тестирование

Пример вопросов теста

1. Воды рек – важнейшие водные ресурсы. (да/нет)
2. Чем больше озеро, тем больше рек из него вытекает(да/нет)
3. Уровень воды в верхнем бьефе водохранилища выше, чем в нижнем. (да/нет)
4. Выберите правильный ответ:
Самые большие объемы воды содержат озера, расположенные в котловинах происхождения.
– ледникового

- тектонического
- вулканического
- метеоритного

5. Выберите правильный ответ:

При нормальном атмосферном давлении и температуре около 4°C вода имеет

- минимальную прозрачность
- максимальную плотность
- максимальное альbedo
- максимальную теплоемкость

6. Выберите правильный ответ:

Снежный покров...

- индикатор климата
- изучают лимнологи
- сохраняет почву от промерзания
- часть криосферы

7. Выберите все правильные ответы:

Половодье в нашем регионе, как правило,

- больше паводка по объему
- наблюдается несколько раз в году
- наблюдается перед зимней меженью
- формируется за счёт подземных вод

8. Выберите все правильные ответы:

Шельф Мирового Океана (МО)

- занимает меньшую часть акватории МО
- занимает большую часть акватории МО
- загрязнен больше других частей МО
- загрязнен меньше других частей МО

9. Выберите все правильные ответы:

Водяной пар атмосферы

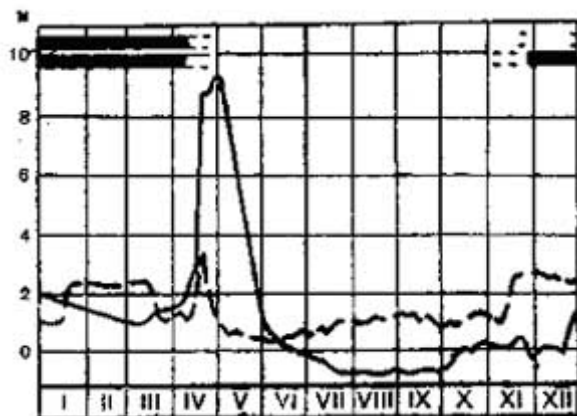
- составляет меньшую часть вод гидросферы
- движется быстрее, чем воды океана
- составляет большую часть вод гидросферы
- движется медленнее, чем воды океана

10. (дополните)

Создание водохранилищ приводит к: _____;

_____;

11. Отметьте на рисунке гидрограф реки после создания на ней водохранилища



12. Уравнение водного баланса речного бассейна включает

Критерии оценивания:

Тест зачтен, если даны правильные ответы на 60% вопросов.

Задания исследовательского/творческого уровня:**Доклад**

Темы докладов (объекты исследования) определяются совместно преподавателем и студентами.

Доклады представляются устно и сопровождаются презентацией.

Таблица 4.1

Критерии оценивания доклада/презентации

№	Критерии	Оценка	Количество баллов
1	Структура	<ul style="list-style-type: none"> – количество слайдов соответствует содержанию и продолжительности выступления (для 10-минутного выступления рекомендуется использовать не более 13 слайдов) – наличие титульного слайда и слайда с выводами 	до 4 баллов
2	Наглядность	<ul style="list-style-type: none"> – иллюстрации хорошего качества, с четким изображением, текст легко читается – используются средства наглядности информации (таблицы, схемы, графики и т. д.) 	до 4 баллов
3	Дизайн и настройка	<ul style="list-style-type: none"> – оформление слайдов соответствует теме, не препятствует восприятию содержания, для всех слайдов презентации используется один и тот же шаблон оформления 	до 2 баллов
4	Содержание	<ul style="list-style-type: none"> – презентация отражает основные части доклада (проблема, цель, объект, явление, выводы, ресурсы) – содержит полную, понятную информацию по теме доклада – орфографическая и пунктуационная грамотность 	до 6 баллов
5	Требования к выступлению	<ul style="list-style-type: none"> – выступающий свободно владеет содержанием, терминологией, ясно и грамотно излагает материал – выступающий свободно и корректно отвечает на вопросы и замечания аудитории – выступающий точно укладывается в рамки регламента (10 минут) 	до 6 баллов
Максимальный балл			22 балла

Баллы за доклад, полученные в соответствии с представленной рубрикой, переводятся в оценку БРС от 0 до 5.

Критерии оценивания доклада/презентации в соответствии с БРС

Критерий	Баллы
Описание критериев (баллы за доклад)	
≤ 11	1
12 – 14%	2
15 – 17 %	3
18 – 20 %	4
21 – 22	5
Итого	0-5

5. Содержание оценочных средств промежуточной аттестации.

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – **экзамен**.

Форма проведения **экзамена**: устно по билетам.

Перечень вопросов для подготовки к экзамену:ОПК-2

- 1 Гидрологические факторы функционирования гидроэкосистем.
- 2 Гидросфера, процессы в ней, ее резервуарная модель. Гидрологический цикл. Гидрология.
- 3 Река, водосбор, его характеристики, водораздел, Главный водораздел Земли. Сточные и бессточные области.
- 4 Водный баланс речного бассейна, определение его элементов.
- 5 Водный режим рек, его фазы. Классификация рек по водному режиму.
- 6 Виды питания рек, расчленение гидрографа по типам питания. Классификация рек по видам питания.
- 7 Устья рек, их виды. Особенности гидрологического режима устьевых участков реки.
- 8 Речной сток, его составляющие. Характеристики стока воды.
- 9 Движение воды в реках, распределение скоростей в потоке. Оценка скорости течения воды.
- 10 Наносы в реках, их происхождение, характеристики, виды. Транспортирующая способность потока. Сток наносов.
- 11 Русловые процессы, макро-, мезо- и микроформы речного русла (понятия и иллюстрации).
- 12 Термический режим рек. Ледовые явления на реках.
- 13 Зависимость ионного состава и минерализации вод реки от её водности. Классификация рек по их гидрохимическому режиму (О.А. Алёкин).
- 14 Озера, их распределение по Земле, типы озерных котловин. Влияние озер на речной сток.
- 15 Схема озерной котловины и береговой отмели. Батиграфическая и объемная кривая.
- 16 Водный баланс озера: уравнение и структура. Водообмен в озере.
- 17 Колебания уровня воды в озере. Течения, волнения и перемешивание в озерах.
- 18 Типы термической стратификации в водоемах. Классификации Фореля и Хатчинсона.
- 19 Термический режим озер зоны умеренного климата. Термобар.
- 20 Гидрохимические и гидробиологические характеристики озер. Донные отложения в озерах.
- 21 Водохранилища, их назначение, типы и размещение по земному шару. Основные характеристики водохранилищ.
- 22 Водные массы водохранилищ. Гидрохимический и гидробиологический режим водохранилищ. Заиление водохранилищ и переформирование берегов.
- 23 Влияние водохранилищ на речной сток и окружающую природную среду.

- 24 Болота, типы болот, их происхождение, развитие, строение. Торф.
 25 Водный баланс и гидрологический режим болот. Формула Дарси.
 26 Влияние болот и их осушения на речной сток. Практическое значение болот.
 27 Подземные воды, их происхождение и распространение. Виды подземных вод.
 29 Взаимодействие поверхностных и подземных вод. Роль подземных вод в питании рек. Последствия чрезмерного изъятия подземных вод. Специфические физико-географические явления, связанные с деятельностью подземных вод.
 30 Гидробиологические особенности рек. Теория речного континуума.

Критерии оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена

Таблица 5.1

Критерий	Баллы
Описание критериев	
Ответы на оба вопроса билета не были представлены	0
Ответы на оба вопроса билета были недостаточно правильны и полны	9
Дан полный правильный ответ только на один из двух вопросов билета	13
Дан полный правильный ответ на один из двух вопросов билета, но ответ на второй вопрос был недостаточно полный	20
Дан полный правильный ответ на оба вопроса билета	25
Итого	0-25