

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

Фонд оценочных средств по учебной дисциплине

ОХРАНА И МОНИТОРИНГ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД СУШИ

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 Хаустов В.А.

Автор-разработчик:
Дрегваль М.С.

**1. Паспорт Фонда оценочных средств по дисциплине
ОХРАНА И МОНИТОРИНГ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД СУШИ**

Таблица 1

№	Раздел / тема дисциплины	Формируемые компетенции	Наименование средств текущего контроля
1	Состав и свойства воды.	ПК-6	Устный опрос 1. Дискуссия 1. Контроль выполнения практической работы №1
2	Водные ресурсы, водообеспеченность РФ, водопользование, водопотребители и водопользователи.	ПК-6	Устный опрос 2. Дискуссия 2.
3	Нормирование качества воды.	ПК-6 ПК-7	Устный опрос 3 Дискуссия 3. Контроль выполнения практической работы №2.
4	Организация наблюдений за качеством воды и экологическим состоянием водных объектов.	ПК-6	Устный опрос 4. Дискуссия 4.
5	Процессы смешения, разбавления и самоочищения вод.	ПК-6 ПК-7	Устный опрос 5. Контроль выполнения практической работы 3.
6	Гидроэкосистемы	ПК-6	Устный опрос 6. Дискуссия 6. Доклады.
7	Охрана водных объектов от загрязнения, заиления и истощения.	ПК-6	Устный опрос 7. Дискуссия 7.
8	Нормативно-правовые основы водопользования.	ПК-6	Устный опрос 8. Дискуссия. 8
9	Международное сотрудничество в области охраны и мониторинга поверхностных вод суши.	ПК-6	Устный опрос 8. Дискуссия 8.
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
ПК-6. Способен проводить обработку результатов (данных), полученных в ходе полевых изысканий	Знать: • принципы организации и проведения мониторинга качества природных вод и мероприятий по их охране;	Задания репродуктивного уровня: Устный опрос Тестирование

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Виды оценочных средств
(исследований) географической направленности, включая проведение лабораторных анализов проб и образцов, обработку данных дистанционного зондирования, обработку результатов полевых наблюдений за социальными процессами, туристско-рекреационной деятельностью	Уметь: • объяснить и оценить пространственно-временную изменчивость качества вод на основе данных мониторинга;	Задания реконструктивного уровня: Устный опрос, дискуссия, практические работы
	Владеть: • специальной терминологией и знаниями нормативных документов по охране и мониторингу вод суши.	Задания практико-ориентированного / исследовательского/творческого уровня: Устный опрос, дискуссия, практические работы, доклады
ПК-7 Способен проводить комплексную диагностику состояния природных и природно-хозяйственных территориальных и аквальных систем, в том числе рекреационных систем и особо охраняемых природных территорий и акваторий	Знать: • методы, рекомендованные для оценки состояния водных объектов.	Задания репродуктивного уровня: Устный опрос
	Уметь: • находить исходные данные и применять их для оценки состояния водных объектов и анализировать полученные результаты.	Задания репродуктивного уровня: Устный опрос, дискуссия, практические работы
	Владеть: • методами оценки качества вод и параметров, способствующих самоочищению водных объектов.	Задания практико-ориентированного / исследовательского/творческого уровня: Устный опрос, дискуссия, практические работы

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: Зависимость ионного состава и минерализации воды реки от ее водности.	0-15
Практическая работа 2: Оценка качества воды по ИЗВ	0-10
Практическая работа 3: Определение кратности разбавления сточных вод в расчетном створе.	0-10
Практическая работа 4: Вычисление гидрологических показателей средней загрязненности и общей нагрузки потока консервативными загрязняющими веществами.	0-10
Промежуточное тестирование	0-15
Промежуточная аттестация (тестирование)	0-20
ИТОГО	0-90

Таблица 4

Распределение дополнительных баллов

Дополнительные баллы	Баллы
Активность на учебных занятиях	0-5
Доклад	0-5
ИТОГО	0-10

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет **60 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

Задания репродуктивного уровня

1. Тестирование. Тест 1 (промежуточный)

Тест доступен на сервере Moodle. Режим доступа
<http://moodle.rshu.ru/mod/quiz/view.php?id=6704>

Ответы на каждый вопрос оцениваются или автоматически, или преподавателем (в соответствии с критериями оценивания, представленными в таблице 4.1).

Таблица 6

Критерии оценивания

Балл	Критерий
0	Обучающийся не смог ответить на вопрос
1	Обучающийся неполно ответил на вопрос, допустил грубые ошибки при ответе, в том числе терминологические
2	Обучающийся достаточно полно ответил на вопрос, допустил незначительные ошибки или неточности в содержании и терминологии
3	Обучающийся полно и правильно ответил на вопрос, уместно использовал специальные термины

Задания реконструктивного уровня

Практическая работа №2 Оценка качества воды по ИЗВ

Цель работы:

определить класс качества воды по гидрохимическому показателю загрязнения воды (ИЗВ).

Гидрохимический ИЗВ является аддитивным показателем и представляет собой среднюю долю превышения ПДК по строго лимитированному числу индивидуальных ингредиентов и вычисляется по формуле:

$$ИЗВ = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ПДК_i} = \frac{1}{6} \cdot \sum_{i=1}^6 \frac{C_i}{ПДК_{e_i}} \quad (1)$$

где n – число показателей, используемых для расчета индекса;

C_i – концентрация химического вещества в воде, мг/дм³;

$ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация вещества в воде, мг/дм³.

При определении $ИЗВ$ для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового видов водопользования расчет ведут по величине $ПДК_e$ для шести компонентов, имеющих

наибольшую кратность превышения ($C/ПДК_6$), т.е. $n = 6$. В число шести основных, так называемых «лимитируемых» показателей, входят в обязательном порядке концентрация растворенного кислорода и значение $БПК_5$.

Внимание! Для кислорода находится отношение $ПДК_i$ к C_i .

В зависимости от величины ИЗВ участки водных объектов подразделяются по качеству на 7 классов, представленных в табл. 1.

Таблица 1 Классификация качества воды водоемов в зависимости от комплексного ИЗВ

Качественное состояние воды	Значения ИЗВ	Класс качества воды
Очень чистые	$< 0,2$	1
Чистые	$0,2 - <1,0$	2
Умеренно загрязненные	$1,0 - <2,0$	3
Загрязненные	$2,0 - 4<,0$	4
Грязные	$4,0 - <6,0$	5
Очень грязные	$6,0 - <10,0$	6
Чрезвычайно грязные	$\geq 10,0$	7

Задание к работе

Река Т. используется по многоцелевому назначению. На различных участках реки вода используется для хозяйственно-питьевых и культурно-бытовых нужд населения. Загрязнение воды может быть от недостаточно очищенных сбросов сточных вод различных предприятий, а также от смыва с полей части почвы, содержащей различные агрохимикаты.

Исходные данные

В табл. 2 и 3 приведены значения показателей, включая токсичные металлы, необходимые для определения величины ИЗВ (по вариантам).

Таблица 2 Результаты химического анализа воды

№ вар	Показатели									
	Колиндекс	Запах, баллы	$БПК_5$, мг $O_2/дм^3$	рН	Растворенный кислород, мг/ $дм^3$	Цветность, град	Взвешенные вещества, мг/ $дм^3$	Общая минерализация, мг/л	Хлориды, мг/ $дм^3$	Сульфаты, мг/ $дм^3$
1	10^8	1,5	6	7	7,2	25	5	2100	600	400
2	10^7	5	8	8	9,4	25	15	1700	650	500
3	500	4	10	9	8,3	25	25	2900	700	600
4	900	2	12	10	3,5	25	35	3000	750	700
5	10	3	14	11	5,2	25	45	2300	800	800
6	10	4	4	12	7,1	25	55	2500	550	900
7	10^6	5	3	6	9,8	35	65	2400	500	1000
8	10^6	1,5	2	5	1,5	35	75	2300	450	1100
9	100	0	1,5	4	3,4	35	85	2200	400	1200
10	10	1	0,5	3	5,5	35	95	2100	350	1300
11	1	2	6	2	7,6	35	105	600	300	100
12	10^5	3	8	7	9,1	35	110	900	250	200
13	10^8	4	10	8	1,8	45	115	800	200	300

14	90	5	12	9	3,6	45	3	700	150	400
15	1	1,5	14	10	5,4	45	7	900	100	500
ПДК пить- евое										
ПДК рыбх оз 1 и выс- шая										
ПДК рыбх оз 2										

Таблица 3 Результаты химического анализа воды по содержанию в ней катионов токсичных металлов

№ вар	Концентрация С, мг/дм ³								
	Al ³⁺	As ³⁺	Cu ²⁺	Fe ³⁺	Hg ²⁺	Mn ²⁺	Ni ²⁺	Pb ²⁺	Zn ²⁺
1	0,15	0,03	2,0	0,1	0,001	0,05	0,35	0,05	0,2
2	0,03	0,02	1,0	0,2	0,001	0,07	0,16	0,70	0,1
3	0,02	0,01	0,5	0,1	0,001	0,20	0,25	0,05	1,0
4	0,02	0,07	0,5	0,2	0,001	0,30	0,46	0,02	2,0
5	0,30	0,01	2,0	0,5	0,001	0,05	0,34	0,02	0,05
6	0,02	0,10	0,2	0,1	0,001	0,05	0,33	0,02	0,5
7	0,01	0,02	0,1	0,2	0,001	0,07	0,08	0,05	7,0
8	0,002	0,01	0,5	0,1	0,003	0,03	0,37	0,03	2,0
9	0,01	0,03	2,0	2,0	0,001	0,50	0,03	0,05	0,5
10	0,02	0,02	0,1	0,1	0,001	0,05	0,05	0,02	0,5
11	0,03	0,05	1,5	0,6	0,001	0,30	0,31	0,05	1,5
12	0,01	0,10	1,8	0,2	0,002	0,05	0,25	0,03	1,0
13	0,02	0,05	0,5	0,15	0,001	0,10	0,10	0,07	0,5
14	0,01	0,02	0,1	0,3	0,001	0,03	0,48	0,02	1,0
15	0,30	0,03	0,3	1,6	0,001	0,25	0,36	0,03	0,5

Учитывая, что показатель биохимического потребления кислорода (БПК₅) является интегральным показателем наличия легкоокисляемых органических веществ (ПДК для БПК_{полн} – 3 мг О₂/ дм³), а также то, что с увеличением содержания легкоокисляемых органических веществ (уменьшением содержания растворенного кислорода) качество вод снижается более резко, ПДК для этих показателей принимается по таблице 4.

Таблица 4 Нормативные величины БПК₅ и растворенного кислорода

Потребление кислорода (БПК ₅)	Величина мг О ₂ / дм ³ принимается за ПДК
До 3 мг О ₂ / дм ³ включительно	3
Более 3 до 15 мг О ₂ / дм ³	2
Свыше 15 мг О ₂ / дм ³	1
Для растворенного кислорода при содержании, мг/ дм ³	Величина мг О ₂ / дм ³ , принимается за норматив
Свыше 6	6
Менее 6 до 5	12
Менее 5 до 4	20
Менее 4 до 3	30
Менее 3 до 2	40
Менее 2 до 1	50
Менее 1 до 0	60

В Таблице 5 приведены предельно допустимые концентрации токсичных металлов.

Таблица 5 Предельно допустимые концентрации катионов металлов в воде

Показатель	Металлы								
	Al ³⁺	As ³⁺	Cu ²⁺	Fe ³⁺	Hg ²⁺	Mn ²⁺	Ni ²⁺	Pb ²⁺	Zn ²⁺
ПДК _в , мг/ дм ³	0,5	0,05	1	0,3	0,0005	0,1	0,1	0,3	1

Таблица 6 Индекс загрязнения воды

Металлы	Концентрация С, мг/ дм ³	ПДК _в , мг/ дм ³	С/ПДК _в	Участвуют в расчете ИЗВ
БПК ₅ , мг О ₂ / дм ³				
Растворенный кислород, мг/ дм ³				
Al ³⁺				
As ³⁺				
Cu ²⁺				
Fe ³⁺				
Hg ²⁺				
Mn ²⁺				
Ni ²⁺				
Pb ²⁺				
Zn ²⁺				
-				ИЗВ

Ход выполнения работы

- 1 Рассчитать кратность превышения (С/ПДК_в) для указанных веществ, используя данные таблиц 2,3,4 и 5.
- 2 Выбрать шесть компонентов для расчета: концентрация растворенного кислорода, значение БПК₅, а также значения 4 показателей, имеющих наибольшую кратность превышения.
- 3 Рассчитать ИЗВ для выбранных компонентов по формуле (1).
- 4 Результаты расчетов представить в виде таблицы 6.
- 5 Указать качественное состояние воды, используя данные таблиц 6 и 1.

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

Практическая работа №3

Расчет основных гидрологических величин и гидравлических элементов, необходимых для расчета разбавления в реках и озерах

Для выполнения практической работы студенты должны освоить теоретический материал соответствующих тем Раздела 5 «Процессы смешения, разбавления и самоочищения вод», рекомендуется использовать [1] – Глава 4.

Цель работы: определить значения основных гидрологических величин и гидравлических элементов, необходимых для расчета разбавления в реках и озерах и выявить зависимости между ними и водностью объекта.

Исходные данные: значения расходов воды, измеренных на каком-либо посту выбранного водотока.

1. Коэффициент Шези

$$C = V_{cp} / (RI)^{0.5} \quad (1)$$

где V_{cp} – средняя скорость течения, м/с

I – уклон водной поверхности, ‰

H_{cp} – средняя глубина потока, м

2. Коэффициент турбулентной диффузии, являющийся основным параметром при расчете перемешивания в потоках, вычисляется по формуле

$$M = 0,7 \cdot C + 6 \quad (2)$$

где g – ускорение свободного падения, м²/с

M – коэффициент, являющийся функцией коэффициента Шези, м^{0.5}/с

C – коэффициент Шези, м^{0.5}/с

3. Среднее значение абсолютной величины поперечной составляющей на вертикали V_z , ср

Важную роль в процессе разбавления сточных вод в реках играют поперечные течения. Наличие поперечных составляющих скорости V_z , ср, т. е. внутренней циркуляции в потоке, приводит к интенсификации процесса перемешивания, что должно быть учтено в расчете.

$$V_z, \text{ ср} = \quad (3)$$

где N – число турбулентного потока

τ – радиус кривизны русла, м

D – коэффициент турбулентной диффузии, м²/с

4. Среднее значение абсолютной величины поперечной составляющей пульсационной скорости

(4)

Пример расчета

Таблица 1 Исходные данные для р. Салаца – ст. Лагасте, 1961 год

№	Q, м ³ /с	V _{ср} , м/с	I, ‰	H _{ср} , м
1	49,7	0,97	1,60	1,25
2	39,7	0,84	1,80	1,24
3	25,8	0,69	0,80	1,08
4	15,3	0,48	0,84	0,95
5	6,74	0,27	0,72	0,83

$\tau = 500$ м

Таблица 2 Расчет основных гидрологических величин и гидравлических элементов для р. Салаца – ст. Лагасте, 1961 год

№	Q, м ³ /с	C, м ^{0,5} /с	D, м ² /с	V _z , м/с	W, м/с	M, м ^{0,5} /с	N
1	49,7	0,69	2,66	0,000145	1,43	6,48	0,46
2	39,7	0,56	2,85	0,000100	1,38	6,39	0,37
3	25,8	0,74	1,51	0,000095	0,99	6,52	0,49
4	15,3	0,54	1,30	0,000041	0,81	6,38	0,35
5	6,74	0,35	1,00	0,000013	0,58	6,25	0,22

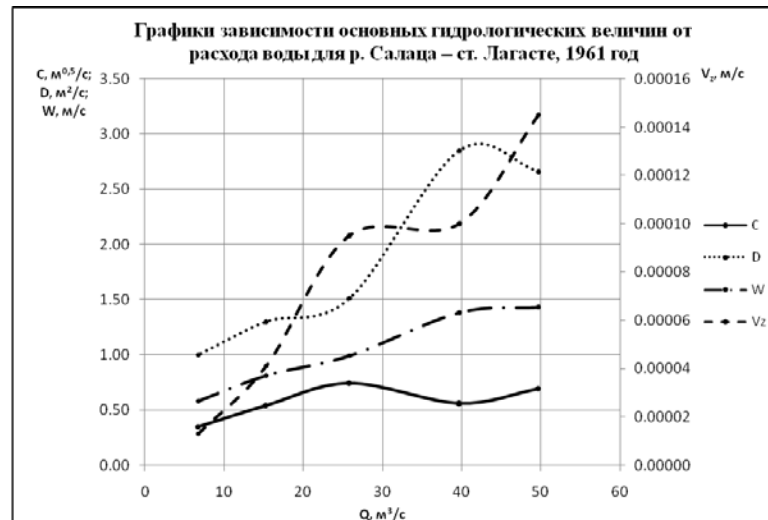


Рисунок 1 Зависимости основных гидрологических величин и гидравлических элементов от расхода воды

Полученные графики зависимостей анализируются и по результатам анализа делаются выводы о связи основных гидрологических величин и гидравлических элементов с водностью реки.

Критерии оценивания:

Незначтено 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 № 1

Анализ зависимости ионного состава и минерализации воды реки от её водности

Цель работы:

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

Исходные данные: значения измеренных расходов воды в гидрометрическом створе реки за 4-5 последовательных лет (минимально 12-15 значений, желательно около 25), 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. 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, рыбозаведения, сельскохозяйственного водопользования. Наличие того или иного химического элемента в воде реки или озера может положительно или отрицательно влиять на ее качество. 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.

Таблица 1

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 ($R^2 \geq 0,49$), 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.

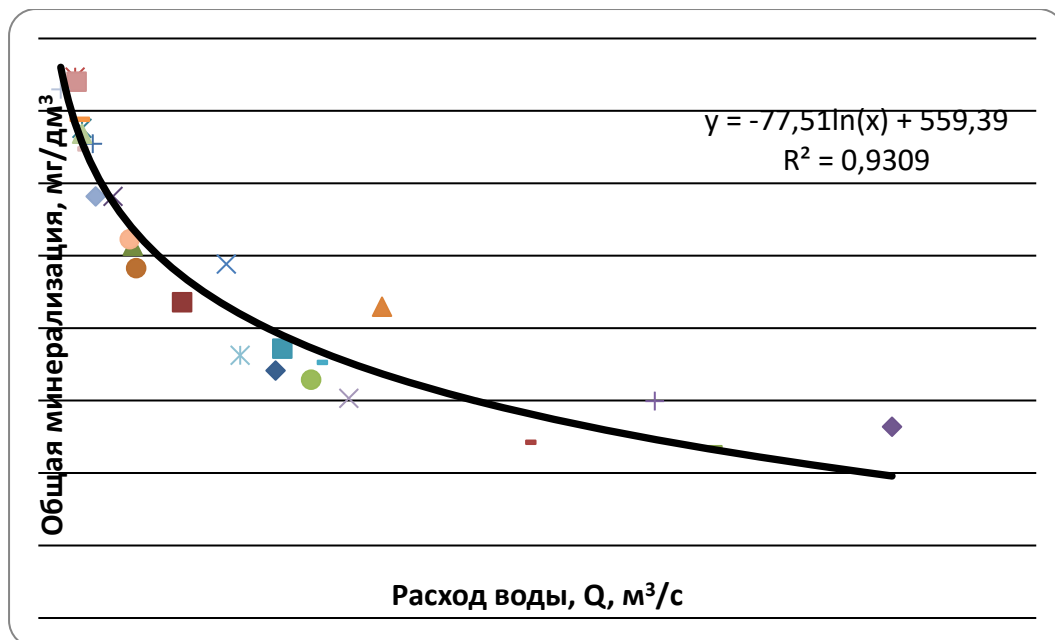


Рисунок 1. Зависимость общей минерализации от расхода воды (р. Салаца – ст. Лагасте)

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

N	Дата	Q, м³/с	O₂, мг/л	CO₂, мг/л	pH	Ca", мг/л	Mg", мг/л	Na'+K', мг/л	HCO₃', мг/л	SO₄", мг/л	Cl', мг/л	NO₃', мг/л	NO₂', 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 (табл. 3).
- 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).

Для определения источников поступления химических элементов в воду используйте информацию из А.М. Владимиров, В.Г. Орлов Охрана и мониторинг поверхностных вод суши, 2009.

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

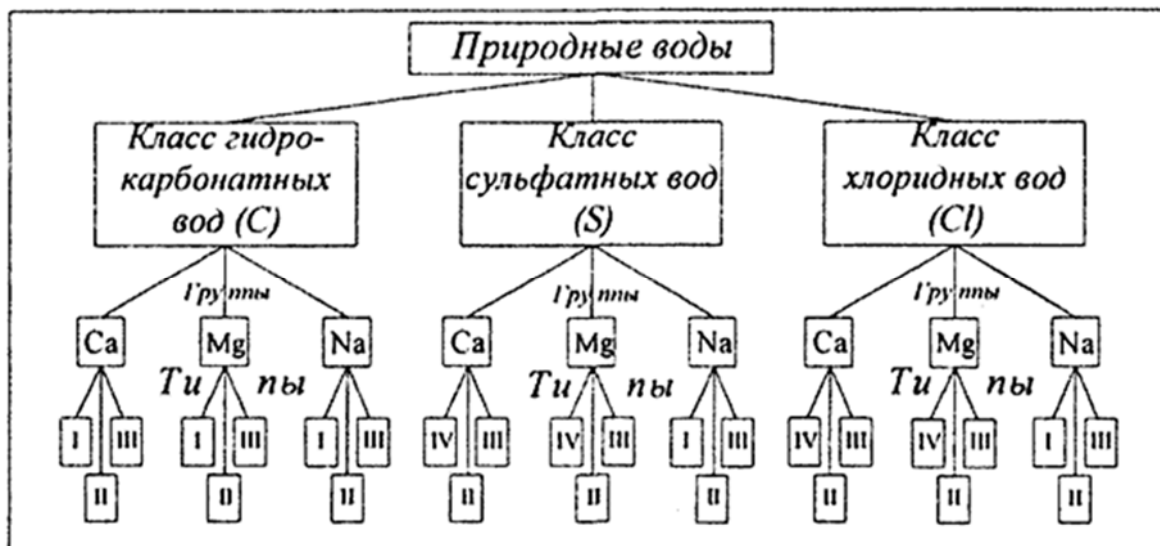


Рисунок 2. Классификация вод по химическому составу (по О.А. Алекину)

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 Казахстанский	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
- 4 Каковы общие требования различных водопотребителей к качеству воды в местах водопользования?
- 5 Перечислите требования к отбору проб воды.

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 № 3

Вычисление гидрологических показателей средней загрязненности и общей нагрузки потока консервативными загрязняющими веществами

Выполнение практической работы требует освоения теоретического материала соответствующих тем Раздела 3 «Состав и свойства воды. Оценивание и нормирование качества воды», рекомендуется использовать [1] – Глава 6.

Цель работы: вычислить гидрологические показатели средней загрязненности и общей нагрузки потока консервативными загрязняющими веществами и оценить степень загрязненности вод.

Исходные данные: представленные в ОГХ значения суточных расходов воды для какого-то створа исследуемого объекта продолжительностью стояния 30, 90, 180, 270 и 355 дней. Желательно наличие данных наблюдений за гидрохимическим режимом и загрязненностью. Эти данные позволяют выбрать расчетный расход сточных вод (Q_{cm}) и репрезентативное загрязняющее вещество, содержание которого (S_{cm}) лимитируется соответствующей предельно допустимой концентрацией (ПДК). При отсутствии данных об объемах и концентрациях сточных вод выполняется условный расчет при $Q_{ст. усл.} = 0,1 Q_0$, $S_{ст. усл.} = const = 100$ мг/л и ПДК_{усл.} = 10 мг/л, (Q_0 - норма стока реки в выбранном створе).

Пример расчета

В реку N осуществляется сброс сточных вод с постоянным расходом $Q_{cm} = const = 0,6$ м³/с.; концентрация загрязняющего вещества в сточной воде $S_{ст.} = 100$ мг/л, концентрация этого вещества в воде реки $S_c = 0$, а ПДК = 10 мг/л.

Таблица 1 Характерные расходы воды р. Западная Двина (Даугава) – х. Липши (период наблюдений: 1928 – 1939, 1945 – 1972 гг.)

Параметр/ продолжитель- ность	max	30	90	180	270	355	min
Q, м ³ /с	4170	1610	572	317	199	109	87,6

По данным о расходах заданной продолжительности построена обобщенная кривая продолжительности (рисунок 1). С нее сняты значения расходов воды обеспеченностью 8, 20, 50, 75, 90, 95%.



Рисунок 1 Обобщенная кривая продолжительности стояния расходов воды

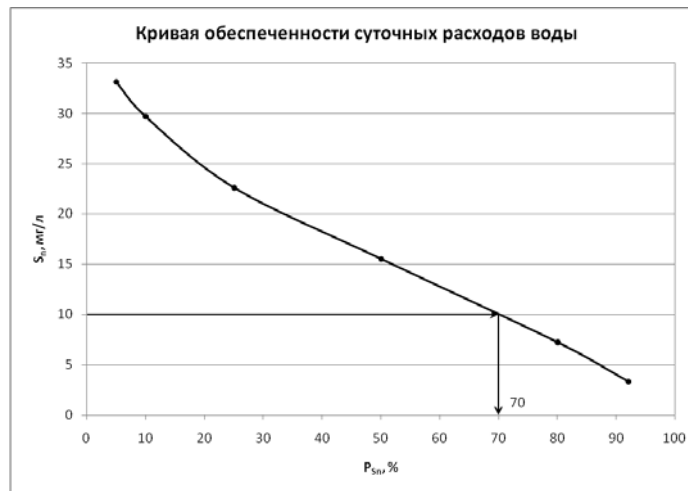


Рисунок 2 Кривая обеспеченности суточных расходов воды
Таблица 2 Расчет показателей нагрузки на водоток

Qp, м³/с	PQ, %	Qст, м³/с	Sст, мг/л	Qp+ Qст, м³/с	Qст, Sст	Sn, мг/л	Psn, %	φ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1645	8	57	100	1702,0	5700	3,35	92	0,312
730		57	100	787,0	5700	7,24	80	0,703
310	50	57	100	367	5700	15,53	50	1,65
195	75	57	100	252	5700	22,62	25	2,63
135	90	57	100	192	5700	29,69	10	3,80
115	95	57	100	172	5700	33,14	5	4,46

Показатель превышения загрязненности над нормой (Pзаг):

$$P_{заг} = 70 \%$$

Показатель не превышения загрязненности над нормой (Pчист):

$$P_{чист} = 100 - 70 = 30 \%$$

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

Задания практико-ориентированного / исследовательского / творческого уровня**Практическая работа № 3****Определение кратности разбавления сточных вод в расчетном створе****Цель работы:**

определить кратность разбавления сточных вод в расчетном створе, концентрацию загрязняющих веществ после перемешивания и расстояние, при котором произойдет полное перемешивание по изложенной методике. Численные значения параметров для разных вариантов указаны в Таблице 1.

Основной механизм снижения концентрации загрязняющего вещества при сбросе сточных вод в водные объекты – разбавление.

Разбавление сточных вод – это процесс снижения концентрации загрязняющих веществ в водоемах, вызванный перемешиванием сточных вод с водной средой, в которую они выпускаются. Интенсивность процесса разбавления количественно характеризуется **кратностью разбавления**.

Расчет кратности разбавления основан на методе В.А. Фролова – И.Д. Родзиллера, который позволяет получить достоверное представление о потенциально возможном разбавлении сточных вод в стационарных, максимально неблагоприятных условиях, что и определяет целесообразность его использования для расчета допустимых концентраций загрязняющих веществ в сточных водах.

Кратность разбавления n , определяется по формуле:

$$n = \frac{\gamma \cdot Q + q_{cm}}{q_{cm}}; \quad (1)$$

где: q_{cm} – максимальный расход сточных вод, м³/с; Q – расчетный минимальный расход воды водотока в контрольном створе, м³/с.; γ – коэффициент смешения, показывающий, какая часть воды реки участвует в разбавлении сточных вод, определяется по формуле:

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha^3 \sqrt{L_\phi}}}{1 + \frac{Q}{q} e^{-\alpha^3 \sqrt{L_\phi}}}; \quad (2)$$

где: Q – среднемесячный расход воды водотока 95%-й обеспеченности, м³/с; q_{cm} – максимальный расход сточных вод, подлежащих сбросу в водоток, м³/с; L_ϕ – расстояние по

фарватеру водотока от места выпуска до контрольного створа (*фарватер* – наиболее глубокая полоса данного водного пространства), м; α – коэффициент, зависящий от гидравлических условий потока:

$$\alpha = \xi \varphi \sqrt[3]{\frac{D_c}{q_{cm}}}; \quad (3)$$

где: ξ – коэффициент, зависящий от расположения выпуска сточных вод в водоток: при выпуске в фарватер $\xi = 1,5$; φ – коэффициент извилистости водотока, т. е. отношение расстояния между рассматриваемыми створами водотока по фарватеру к расстоянию по прямой; D_c – коэффициент турбулентной диффузии.

Для равнинных рек и упрощенных расчетов коэффициент турбулентной диффузии находят по формуле М.В. Потапова:

$$D_c = \frac{v_{cp} \cdot H_{cp}}{200}; \quad (4)$$

где: v_{cp} – средняя скорость течения водотока на интересующем нас участке между нулевым и расчетным створами, м/с; H_{cp} – средняя глубина на этом участке, м.

Концентрацию загрязняющих веществ после перемешивания на контрольном створе определяют по формуле:

$$C = (C_{cm} - C_{\phi}) + C_{\phi} / n \quad (5)$$

где: C_{ϕ} – концентрация взвешенных веществ в воде водного объекта до сброса сточных вод, мг/л; $C_{ст}$ – концентрацию взвешенных веществ в сточной воде, мг/л.

Для определения расстояния, при котором происходит полное перемешивание, используется формула:

$$L = \left\{ \frac{1}{\alpha} \cdot \ln \left[\frac{q_{cm} + \gamma \cdot Q}{(1 - \gamma) \cdot q_{cm}} \right] \right\}^3; \quad (6)$$

На рис. 1 приведена схема участка реки, где осуществляется смешение сточных вод с водой водоема.

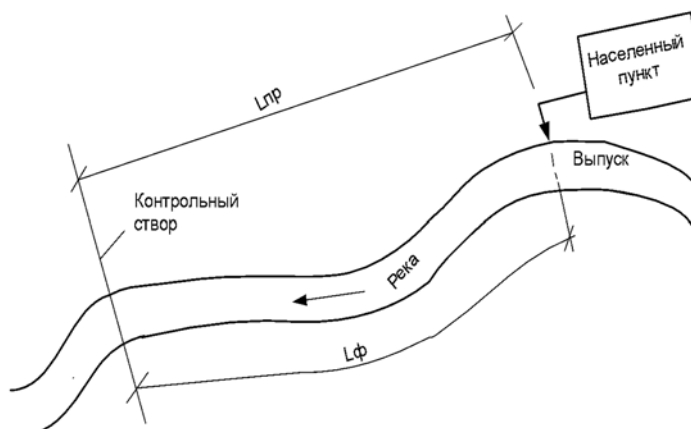


Рисунок 1. Схема участка реки, участвующего в смешении сточных вод с водой водоема: $L_{пр}$ – расстояние по прямой; $L_{ф}$ – расстояние по фарватеру

Планируется сбрасывать в водоток с расходом Q сточные воды АБЗ с максимальным расходом q_{cm} . Ниже по течению от планируемого берегового выпуска сточных вод, на расстоянии 3,0 км предполагается разместить туристическую базу отдыха (цели водопользования определяются в соответствии с номером варианта по таблицам из [3]). Водоток характеризуется на этом участке следующими показателями:

- среднемесячный расход водотока 95%-й обеспеченности Q , м³/с;

- средняя глубина $H_{ср}$, м;
- средняя скорость течения $v_{ср}$, м/с;
- извилистость русла слабо выражена.

Показать ситуационную схему для расчета на рисунке.

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

Доклады

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

Доклады представляются устно и сопровождаются презентацией.

Критерии оценивания доклада/презентации

Таблица 4.2

№	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

№	Критерии	Оценка	Количество 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 Таблица 4.3

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.

Критерии оценивания

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

Форма проведения зачета: **тестирование**

Тест доступен на сервере Moodle. Режим доступа
<http://moodle.rshu.ru/mod/quiz/view.php?id=9593>

Перечень вопросов для подготовки к зачету:

ПК-6

1. Перечислите группы компонентов химического состава воды и приведите примеры компонентов каждой группы.

2. Назовите факторы формирования химического состава природных вод.

3. Объясните процедуру назначения ПДК загрязняющего вещества и ее недостатки.

4. Сформулируйте принципы организации системы контроля качества вод.

5. Объясните принципы назначения категории пункта контроля качества воды.

6. Перечислите основные требования к расположению сбросов сточных вод.

7. Сформулируйте и объясните теорию речного континуума.

8. Перечислите основные абиотические факторы формирования экосистемы водоема.

9. Кратко опишите Программу комплексного мониторинга Чудского озера (Эстония и Россия).

10. Объясните процесс самоочищения водных объектов.

ПК-7

1. Из изданий Водного кадастра получите данные о химическом составе воды рек определенного региона.
2. Определите класс и группу воды по классификации О.А. Алекина.
3. Определите тип гидрохимического режима реки по классификации О.А. Алекина.
4. Рассчитайте ИЗВ и определите класс качества воды.
5. Оцените возможность организации пункта водопользования некоторой категории на определенном расстоянии от сброса сточных вод.
6. Определите наличие случаев Высокого и Экстремально высокого загрязнения воды отдельными загрязняющими веществами.
7. Оцените степень необходимой очистки сточных вод.
8. Определите ширину водоохраной зоны и прибрежной защитной полосы для конкретного водотока.
9. Объясните назначение вертикалей и горизонтов в конкретном створе пункта контроля качества воды.

Таблица 7

Критерии оценивания промежуточной аттестации в форме зачет

Критерий	Баллы
Описание критериев (проценты правильных ответов на вопросы итогового теста)	
≤ 64	0
65 - 75%	10
76 – 90 %	15
91 – 100 %	20
Итого	0-20