



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета инженерной  
экологии и городского хозяйства

Суханова И.И. Суханова И.И.  
« 24 » июля 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ)**

*Методы прогнозирования качества воды*

**Форма обучения:**

очно-заочная

**Год приема:**

2022

Санкт-Петербург, 2022

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины – рассмотрение теоретических основ процесса формирования качества воды и самоочищения водоемов и водотоков в результате влияния сброса очищенных сточных вод от водовыпусков.

**Задачи** дисциплины:

- рассмотрение основных методик расчета начального разбавления сточных вод для различных видов водного объекта;
- рассмотрение основных методик расчета основного разбавления сточных вод для различных видов водного объекта;
- рассмотрение основных видов конструкций выпусков и оголовков водовыпусков;
- рассмотрение нормативной базы, определяющей водопользование в РФ;
- рассмотрение методики гидравлического расчета водовыпуска очищенных сточных вод.

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих профессиональных компетенций:

ПК-1 Способен выбирать и применять нормативно-технические и нормативно-методические документы для разработки наружных и внутренних систем водоснабжения и водоотведения, в том числе сооружений на них;

ПК-4. Способен контролировать соблюдение технологических режимов природоохранных объектов, сбросов сточных вод, соблюдение экологических стандартов и нормативов.

В результате изучения дисциплины «Методы прогнозирования качества воды» слушатель должен:

**знать:** виды конструкций выпусков сточных вод, методы расчета нормативно-допустимого сброса сточных вод (НДС) в соответствии с требованиями нормативной документации в зависимости от конструкции и вида водного объекта, метод гидравлического расчета выпуска, нормативные документы, определяющие порядок водопользования и величину НДС;

**уметь:** выполнять расчет НДС, выполнять гидравлические расчеты трубопроводов выпуска, выполнять проектную и рабочую документацию по выпуску в части технологии функционирования;

**владеть:** навыками расчета водовыпусков очищенных сточных вод в соответствии с действующими нормативными документами.

## 3. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебной работы	Всего часов
<b>Контактная работа (по учебным занятиям)</b>	<b>16</b>
в т.ч. лекции	12
практические занятия (ПЗ)	4
др. виды аудиторных занятий	-
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>8</b>
<b>Текущий контроль</b>	
<i>Расчетно-графическая работа (РГР)</i>	+
<i>Контрольная работа (К)</i>	-
<b>Промежуточная аттестация</b>	

Курсовой проект (КП)	-
Курсовая работа (КР)	-
Зачет	-
Дифференцированный зачет	+
Экзамен	-
<b>Общая трудоемкость</b>	-
<b>часы:</b>	<b>24</b>

### Распределение фонда времени по темам и типам занятий

№№ пп	Наименование	Всего час.	В том числе			Формиру- емые компетен ции
			лекции	практич. занятия	СРС	
1	Тема 1. Введение. Исторический обзор санитарной охраны водоемов. Нормативы регулирования качества воды	1	1	-	-	ПК-1; ПК-4
2	Тема 2. Общие понятия разбавления сточных вод	1	1	-	-	ПК-1; ПК-4
3	Тема 3. Закономерности начального разбавления	0,5	0,5	-	-	ПК-1; ПК-4
4	Тема 4. Основное разбавление	1	1	-	-	ПК-1; ПК-4
5	Тема 5. Методы расчета разбавления сточных вод в реках	3	1	1	1	ПК-1; ПК-4
6	Тема 6. Методы расчета разбавления сточных вод в озерах и водохранилищах	3	1	1	1	ПК-1; ПК-4
7	Тема 7. Методы расчета разбавления сточных вод в морях	3	1	1	1	ПК-1; ПК-4
8	Тема 8. Определение условий сброса сточных вод в водотоки и водоемы	1	1	-	-	ПК-1; ПК-4
9	Тема 9. Конструкции канализационных выпусков	3	1	1	1	ПК-1; ПК-4
10	Тема 10. Интегральная оценка качества воды	1	1	-	-	ПК-1; ПК-4
11	Тема 11. Современные методы прогнозирования качества воды	0,5	0,5	-	-	ПК-1; ПК-4
12	Тема 12. Экономическая оценка выбора конструкций выпуска сточный вод	1	1	-	-	ПК-1; ПК-4
13	Тема 13. Управление качеством воды	1	1	-	-	ПК-1; ПК-4
14	Промежуточная аттестация – дифференцированный зачет	<b>4</b>	-	-	4	ПК-1; ПК-4
<b>ИТОГО</b>		<b>24</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	-

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Введение. Исторический обзор санитарной охраны водоемов. Нормативы регулирования качества воды.

Водопользование в РФ. Схема водопользования на примере речной системы. Формирование качества воды в водном объекте. Комплекс мер для решения проблемы загрязнения. Основные этапы развития санитарной охраны водных объектов в России. Нормативы регулирования качества воды.

Тема 2. Общие понятия разбавления сточных вод.

Процесс разбавления сточных вод в водном объекте. Понятие кратности разбавления. Распределение концентрации примеси в водном объекте. Изменение фоновой концентрации на примере идеального водоема-смесителя. Область загрязнения, область влияния и область чистой воды в водном объекте. Зоны разбавления сточных вод. Расчет кратности разбавления. Процессы самоочищения в водном объекте.

Тема 3. Закономерности начального разбавления.

Основные понятия струйных процессов. Характеристики, определяющие процесс начального разбавления. Траектория струи. Длина струи. Скорость на оси струи. Затопление струи в стратифицированной среде. Наибольший подъем струи.

Тема 4. Основное разбавление.

Уравнение турбулентной диффузии. Коэффициент турбулентной диффузии, расчетные зависимости. Основные допущения при решении уравнения турбулентной диффузии. Специальные формы уравнения турбулентной диффузии.

Тема 5. Методы расчета разбавления сточных вод в реках.

Метод В.А. Фролова – И.Д. Родзиллера. Учет начального разбавления по методике Н.Н. Лапшева. Метода А.В. Караушева для расчета разбавления сточных вод в реках. Расчет разбавления в извилистых руслах. Примеры расчета.

Тема 6. Методы расчета разбавления сточных вод в озерах и водохранилищах.

Метод М.А. Руффеля. Метод Н.Н. Лапшева. Расчет основного разбавления на основе аналитического решения уравнения турбулентной диффузии. Гидрологические условия, осложняющие расчет по общепринятым методам. Примеры расчета.

Тема 7. Методы расчета разбавления сточных вод в морях.

Метод Н.Н. Лапшева. Расчет начального и основного разбавления. Примеры расчета.

Тема 8. Определение условий сброса сточных вод в водотоки и водоемы.

Показатели качества водного объекта. Понятие лимитирующего показателя вредности. Виды ЛПВ. Оценка состояния качества воды в контрольном створе. Расчет величины нормативного допустимого сброса (НДС).

Тема 9. Конструкции канализационных выпусков.

Классификация канализационных выпусков и их конструктивные особенности. Гидравлический расчет рассеивающего выпуска. Пример расчета.

Тема 10. Интегральная оценка качества воды.

Понятие интегрального показателя качества воды. Классификация интегральных показателей. Абсолютный показатель общей нагрузки потока. Пример расчета.

Тема 11. Современные методы прогнозирования качества воды.

Решение уравнений, описывающих процесс распространения примеси с помощью математических пакетов. Применение пакетов конечно-элементного анализа для моделирования работы водовыпуска.

Тема 12. Экономическая оценка выбора конструкций выпуска сточных вод.

Методика для подбора оптимальной конструкции водовыпуска.

Тема 13. Управление качеством воды.

Основные задачи управления качеством воды водного объекта. Управление качеством с помощью регулирования сезонного стока реки.

### 5. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	№ темы	Наименование практического занятия
1	Тема 5.	<b>Методы расчета разбавления сточных вод в реках.</b> Рассмотрение задач по методу В.А. Фролова – И.Д. Родзиллера, по методу Н.Н. Лапшева, по методу А.В. Караушева.
2	Тема 6.	<b>Методы расчета разбавления сточных вод в озерах и водохранилищах.</b> Рассмотрение задач по методу М.А. Руффеля, по методу Н.Н. Лапшева, по методу на основе аналитического решения уравнения турбулентной диффузии.
3	Тема 7.	<b>Методы расчета разбавления сточных вод в морях.</b> Рассмотрение задач по методу Н.Н. Лапшева для различных случаев соотношения плотности водного объекта и сбрасываемых сточных вод.
4	Тема 9.	<b>Конструкции канализационных выпусков.</b> Рассмотрение задач по гидравлическому расчету водовыпуска.

### 6. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СЛУШАТЕЛЕЙ

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование раздела дисциплины	Наименование самостоятельной работы слушателей	Всего часов
1	5	Методы расчета разбавления сточных вод в реках	Изучение литературы по теме. Выполнение расчетно-графической работы	1
2	6	Методы расчета разбавления сточных вод в озерах и водохранилищах	Изучение литературы по теме. Выполнение расчетно-графической работы	1
3	7	Методы расчета разбавления сточных вод в морях	Изучение литературы по теме. Выполнение расчетно-графической работы	1
4	9	Конструкции канализационных	Изучение литературы по теме. Выполнение расчетно-	1

	выпусков	графической работы	
5	Подготовка к сдаче и сдача зачета		4
6	<b>ВСЕГО</b>		<b>8</b>

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СЛУШАТЕЛЕЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код и наименование контролируемой компетенции (или ее части)	Результаты обучения
1	1-13	ПК-1. Выбирать и применять нормативно-технические и нормативно-методические документы для разработки наружных и внутренних систем водоснабжения и водоотведения (в том числе сооружений на них)	Знать: основные нормативные документы, определяющие порядок водопользования, качество воды в контрольном створе, методики расчета нормативного допустимого сброса, значения предельных допустимых концентраций загрязняющих веществ.
			Уметь: пользоваться нормативной документацией в области регулирования водопользования.
			Владеть: навыками применения требований норм для оценки качества воды в контрольном створе, расчета водовыпуска и оценки достаточности степени очистки сточных вод.
2	1-13	ПК-4. Контролировать соблюдение технологических режимов природоохранных объектов, сбросов сточных вод, соблюдение экологических стандартов и нормативов	Знать: порядок контроля качества воды в используемом водном объекте
			Уметь: производить оценку качества воды по общим показателям качества воды и загрязняющим веществам в зависимости от вида водопользования
			Владеть: навыками оценки качества воды в контрольных створах водного объекта

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины.

Текущий контроль выполняется в ходе изучения теоретического материала в виде тестирования.

Тестовые задания

1. Каким нормативным документом следует руководствоваться при выборе методики для расчета НДС??

- а) Приказ от 29 декабря 2020 года N 1118 – правильный ответ
- б) ГН 2.2.5.1313-03
- в) Приказ Минсельхоза РФ №552
- г) СП 32.13330.2018

2. По какой формуле необходимо выполнить расчет потери напора в подводящем коллекторе?

- а)  $h_l = \lambda \frac{l v^2}{d 2g}$  – правильный ответ
- б)  $h_l = \lambda \frac{d v^2}{l 2g}$
- в)  $h_l = \lambda \frac{d^2 v}{l 2g}$
- г)  $h_l = \lambda \frac{d^2 v^2}{l 2g}$

3. Каким нормативным документом следует руководствоваться при определении общих показателей для контрольного створа в водоеме хозяйственно-питьевого назначения?

- а) СанПиН 2.1.3684-21 – правильный ответ
- б) Приказ Минсельхоза РФ №552
- в) СП 32.13330.2018
- г) Приказ от 29 декабря 2020 года N 1118

4. Водоохранная зона это...

- а) территория, примыкающая к береговой линии, где запрещена деятельность, способствующая загрязнению водного объекта – правильный ответ
- б) территория с дополнительными ограничениями по хозяйственной или иной деятельности
- в) полоса земли общего пользования вдоль береговой линии
- г) водное пространство в пределах естественных, искусственных или условных границ

5. На каком расстоянии находится контрольный створ в случае, когда выпуск находится за пределами городской черты и осуществляет сброс в водоем культурно-бытового назначения?

- а) 500 м – правильный ответ
- б) 100 м
- в) 1000
- г) 50

6. Расход какой обеспеченности в реке является расчетным для вычисления кратности разбавления?

- а) 1%
- б) 50%

- в) 95% – правильный ответ
- г) 10%

7. Интегральные показатели это...

- а) коэффициенты, характеризующие качество воды всего водного объекта или его значительной части – правильный ответ
- б) коэффициенты, характеризующие качество воды отдельной части водного объекта
- в) коэффициенты, характеризующие изменение качества воды с привязкой к морфометрическим характеристикам водного объекта
- г) коэффициенты, характеризующие изменение качества воды в контрольном створе водного объекта

8. Определите лимитирующий показатель вредности, который относится только к рыбохозяйственному водопользованию.

- а) санитарно-токсикологический ЛПВ
- б) общесанитарный
- в) органолептический
- г) токсикологический – правильный ответ
- д) рыбохозяйственный – правильный ответ

9. Коэффициент  $\mu$  - это...?

$$h_p = \frac{V_{0N}^2}{2g\mu_N^2}$$

- а) коэффициент расхода оголовка – правильный ответ
- б) коэффициент сопротивления оголовка
- в) коэффициент скорости оголовка
- г) коэффициент неравномерности распределения расхода

10. Какой процесс не учитывается в расчете НДС?

- а) начальное разбавление
- б) основное разбавление
- в) процесс осаждения взвешенных веществ – правильный ответ
- г) процесс окисления органических веществ – правильный ответ

11. На каком расстоянии находится створ, если сброс осуществляется в водоем рыбохозяйственного назначения?

- а) 500 м
- б) 1000 м
- в) 50 м
- г) 0 м – правильный ответ

11. Для определения расстояния между оголовками рассеивающего выпуска используется зависимость:

$$l_1 = d + l'$$

чем является величина  $d$ ?

- а) расчетный диаметр струи в сечении начального разбавления – правильный ответ
- б) расчетный диаметр струи в сечении контрольного створа
- в) диаметр выпускающего отверстия оголовка
- г) диаметр распределительного трубопровода

12. Отношение расхода из  $N$ -го оголовка на распределительной части рассеивающего выпуска к расходу из последнего оголовка по ходу течения позволяет получить...
- коэффициент неравномерности распределения расходов между оголовками – правильный ответ
  - коэффициента расхода оголовка
  - коэффициент сопротивления распределительной части выпуска
  - коэффициент заиливаемости распределительной части
  - коэффициент гидравлического трения
13. Что учитывает в формуле для кратности безразмерный коэффициент смешения?
- влияние на смешение температуры окружающей среды – правильный ответ
  - влияние на смешение извилистости русла – правильный ответ
  - влияние на смешение конструкции выпуска – правильный ответ
  - влияние на смешение турбулентности потока – правильный ответ
14. Вещества, не претерпевающие изменений в воде за счет химических и гидрологических процессов – это...
- консервативные – правильный ответ
  - неконсервативные
  - биологически мягкие
  - биологически жесткие
15. От чего зависит видовой и количественный состав биоценоза водного объекта?
- химический состав – правильный ответ
  - распределение органических и минеральных веществ – правильный ответ
  - микробиота – правильный ответ
  - климатические условия – правильный ответ
16. В результате сброса сточных вод в контрольном створе в 500 м на реке с хоз-пит. водопользованием от выпуска установились следующие концентрации загрязнений:  $C_{\text{алюминий}} = 0,02$  мг/л,  $C_{\text{барий}} = 0,4$  мг/л,  $C_{\text{бром}} = 0,15$  мг/л,  $C_{\text{марганец}} = 0,15$  мг/л,  $C_{\text{ртуть}} = 0,00025$  мг/л. Необходимо проверить выполняется ли санитарное состояние водоема удовлетворительным?
- да, выполняется
  - нет, не выполняется
  - не выполняется по 4 показателям – правильный ответ
  - не выполняется по трем показателям
17. Для чего применяется данная зависимость?
- $$d_T \leq \frac{0,5 \cdot V_{01} \cdot d_0^2}{u_0 \cdot l_1} \cdot \frac{Q_{\min}}{Q_{\max}}$$
- условие для предотвращения выпадения взвешенных веществ в распределительном трубопроводе – правильный ответ
  - оценка пропускной способности подводного трубопровода
  - расчет сопротивления распределительной части выпуска
  - оценка неравномерности распределения расходов между отдельными оголовками
18. При расчете морского выпуска определяется глубина  $y_p$  и  $y_z$ . При каком соотношении этих глубин струя является затопленной?
- $y_p > y_z$  – правильный ответ
  - $y_p < y_z$
  - $y_p = y_z$

19. Какая скорость учитывается в формуле М.А. Руффеля для расчета кратности начального разбавления в водохранилище?

- а) средняя скорость диктующего течения
- б) скорость сточных вод в выпускающем оголовке
- в) скорость ветра – правильный ответ
- г) максимальная скорость диктующего течения в месте сброса

20. Какой фактор является определяющим для наличия начального разбавления?

- а) превышение скорости истечения сточных вод над скоростью течения в водном объекте в 4 раза – правильный ответ
- б) равенство скоростей диктующего течения и скорости истечения сточных вод
- в) превышение скорости диктующего течения над скоростью истечения сточных вод в 2 раза

7.3. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся (слушателей), необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

7.3.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации слушателей.

1. Подходы к оценке качества воды.
2. Законодательство РФ в области охраны водоемов и водотоков.
3. Понятие нормативного допустимого сброса. Формулы расчета НДС.
4. Понятие фонового и контрольного створа.
5. Понятие кратности разбавления. Формулы для расчета.
6. Влияние гидрологического режима водного объекта на процесс смешения сточных вод.
7. Влияние конструкции выпуска на процесс смешения сточных вод.
8. Зоны разбавления сточных вод.
9. Методы расчета кратности разбавления в реках.
10. Методы разбавления сточных вод в водоемах.
11. Методы расчета разбавления сточных вод в морских водоемах.
12. Классификация канализационных водовыпусков.
13. Конструкции выпускающих оголовков.
14. Выпуски активного действия.
15. Выпуски пассивного действия.
16. Гидравлический расчет выпуска.
17. Расчет выпуска на всплытие.
18. Общие показатели качества воды.
19. Лимитирующий показатель вредности. Виды ЛПВ.
20. Санитарное состояние водного объекта с учетом ЛПВ и класса опасности загрязняющих веществ.
21. Интегральные показатели качества воды.
22. Современные методы прогнозирования качества воды.
23. Оценка стоимости выпуска.
24. Управление качеством воды в реке.
25. Процессы самоочищения в водном объекте.

7.3.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации слушателей.

Защита расчетно-графической работы.

Пример варианта задания для выполнения расчетно-графической работы:

а)

Исходные данные для выполнения расчетно-графической работы «Расчет выпуска сточных вод и оценка санитарного состояния водного объекта»  
Вариант №1

1. Выпуск сточных вод в водоток.

Расчетный минимальный среднемесячный расход реки (95% обеспеченности)  $Q = 200 \text{ м}^3/\text{с}$ ; Средняя скорость потока  $V_{п} = 1,55 \text{ м/с}$ ; Средняя глубина  $H = 5,9 \text{ м}$ ; Характеристика русла: Русла постоянных водотоков равнинного типа, преимущественно больших и средних рек в благоприятных условиях состояниях ложа и течения воды.

2. Выпуск в водохранилище или озеро

Средняя глубина в месте выпуска  $H = 5,5 \text{ м}$ ; скорость ветра над водой в месте выпуска  $V_{в} = 9 \text{ м/с}$ ; Выпуск в нижнюю треть глубины водоема.

3. Выпуск в морские воды

Расчетная скорость диктующего течения  $V_{п} = 0,08 \text{ м/с}$ , при смене направления течения скорость не становится нулевой, а имеет некоторую величину, плотность морской воды  $\rho_{\infty} = 1013 \text{ кг/м}^3$ , градиент плотности по глубине  $\sigma = 0,04 \text{ кг/м}^2$ , плотность очищенных сточных вод  $999 \text{ кг/м}^3$ . Глубина в месте предполагаемого расположения оголовка составляет  $6,5 \text{ м}$  при минимальном уровне воды в максимальный отлив при 95% обеспеченности.

4. Расход сточных вод:  $Q_0 = 1,1 \text{ м}^3/\text{с}$ .

5. Результаты анализа воды водного объекта:

N, п/п	Наименование показателя	Значение показателя, мг/дм <sup>3</sup>
1	Взвешенные вещества	<5
2	pH	7,3
3	БПК <sub>5</sub>	5,1
4	Растворенный O <sub>2</sub>	10,5
5	ХПК	11,4
6	Сухой остаток	-
7	Железо общее	0,19
8	Хлориды	-
9	Сульфаты	-
10	Азот общий	0,38
11	Аммоний-ион	0,11
12	Нитрат-ион	0,19
13	Нитрит-ион	<0,04
14	Фтор	-
15	Нефтепродукты	0,09
16	Фенолы	-
17	Медь	0,02
18	Цинк	0,01
19	Алюминий	0,04
20	Фосфор общий	0,011
21	Фосфаты по фосфору	<0,005
22	Марганец	0,0045
23	СПАВ	-

6. Состав сточных вод на входе и выходе с очистных сооружений

N, п/п	Наименование показателя	Значение показателя на входе, мг/дм <sup>3</sup>	Значение показателя на выходе, мг/дм <sup>3</sup>
1	Взвешенные вещества	220	8,1
2	рН	-	-
3	БПК <sub>5</sub>	160	4,7
4	Растворенный O <sub>2</sub>	-	-
5	ХПК	380	33
6	Сухой остаток	340	310
7	Железо	3,1	0,15
8	Хлориды	-	-
9	Сульфаты	-	-
10	Азот общий	23,6	10,3
11	Аммоний-ион	10,7	2,3
12	Нитрат-ион	0,2	5,7
13	Нитрит-ион	-	-
14	Фтор	-	-
15	Нефтепродукты	2,9	0,05
16	Фенолы	0,0011	0,0005
17	Медь	0,02	0,001
18	Цинк	0,17	0,025
19	Алюминий	0,65	0,035
20	Фосфор общий	3,8	0,65
21	Фосфаты по фосфору	2,5	0,6
22	Марганец	0,16	0,098
23	СПАВ	1,3	0,05

7. Подводящий трубопровод выполняется из ж/б труб и распределительная часть выпуска выполняется из стальных труб. Длина подводящего трубопровода составляет 70 м.

б)

Исходные данные для выполнения расчетно-графической работы «Расчет выпуска сточных вод и оценка санитарного состояния водного объекта»  
Вариант №2

1. Выпуск сточных вод в водоток.

Расчетный минимальный среднемесячный расход реки (95% обеспеченности)  $Q = 160$  м<sup>3</sup>/с; Средняя скорость потока  $V_{п} = 0,55$  м/с; Средняя глубина  $H = 4$  м; Характеристика русла: Естественные русла в весьма благоприятных условиях (чистые, прямые, незасоренные, земляные со свободным течением).

2. Выпуск в водохранилище или озеро

Средняя глубина в месте выпуска  $H = 7,5$  м; скорость ветра над водой в месте выпуска  $V_{в} = 5$  м/с; Выпуск в мелководную часть или в верхнюю треть глубины водоема.

3. Выпуск в морские воды

Расчетная скорость диктующего течения  $V_{п} = 0,1$  м/с, при смене направления течения скорость не становится нулевой, а имеет некоторую величину, плотность морской воды  $\rho_{\infty} = 1012$  кг/м<sup>3</sup>, градиент плотности по глубине  $\sigma = 0,05$  кг/м<sup>2</sup>, плотность очищенных сточных вод  $1000$  кг/м<sup>3</sup>. Глубина в месте предполагаемого расположения оголовка составляет  $3,5$  м при минимальном уровне воды в максимальный отлив при 95% обеспеченности.

4. Расход сточных вод:  $Q_0 = 0,15$  м<sup>3</sup>/с.

## 5. Результаты анализа воды водного объекта:

N, п/п	Наименование показателя	Значение показателя, мг/дм <sup>3</sup>
1	Взвешенные вещества	<5
2	pH	7,6
3	БПК <sub>5</sub>	3,1
4	Растворенный O <sub>2</sub>	9,5
5	ХПК	9,4
6	Сухой остаток	-
7	Железо общее	0,17
8	Хлориды	-
9	Сульфаты	-
10	Азот общий	0,34
11	Аммоний-ион	0,13
12	Нитрат-ион	0,17
13	Нитрит-ион	<0,01
14	Фтор	-
15	Нефтепродукты	0,08
16	Фенолы	-
17	Медь	0,01
18	Цинк	0,02
19	Алюминий	0,05
20	Фосфор общий	0,01
21	Фосфаты по фосфору	<0,01
22	Марганец	0,006
23	СПАВ	-

## 6. Состав сточных вод на входе и выходе с очистных сооружений

N, п/п	Наименование показателя	Значение показателя на входе, мг/дм <sup>3</sup>	Значение показателя на выходе, мг/дм <sup>3</sup>
1	Взвешенные вещества	180	5,1
2	pH	-	-
3	БПК <sub>5</sub>	120	2,7
4	Растворенный O <sub>2</sub>	-	-
5	ХПК	320	28
6	Сухой остаток	362	330
7	Железо	3,2	0,18
8	Хлориды	-	-
9	Сульфаты	-	-
10	Азот общий	27,6	11,3
11	Аммоний-ион	11,7	2,6
12	Нитрат-ион	0,2	6,0
13	Нитрит-ион	-	-
14	Фтор	-	-
15	Нефтепродукты	3,10	0,07
16	Фенолы	0,0013	0,0007
17	Медь	0,03	0,001
18	Цинк	0,15	0,02
19	Алюминий	0,6	0,04
20	Фосфор общий	3,9	0,55

21	Фосфаты по фосфору	2,1	0,5
22	Марганец	0,15	0,095
23	СПАВ	1,4	0,06

7. Подводящий трубопровод выполняется из ПЭ труб и распределительная часть выпуска выполняется из стальных труб. Длина подводящего трубопровода составляет 180 м.

в)

Исходные данные для выполнения расчетно-графической работы «Расчет выпуска сточных вод и оценка санитарного состояния водного объекта»  
Вариант №3

1. Выпуск сточных вод в водоток.

Расчетный минимальный среднемесячный расход реки (95% обеспеченности)  $Q = 120 \text{ м}^3/\text{с}$ ; Средняя скорость потока  $V_{\text{п}} = 0,25 \text{ м/с}$ ; Средняя глубина  $H = 2 \text{ м}$ ; Характеристика русла: Русла периодических водотоков сильно засоренные и извилистые, сравнительно заросшие, неровные, плохо разработанные поймы рек (промоины, кустарники, деревья с наличием заводей).

2. Выпуск в водохранилище или озеро

Средняя глубина в месте выпуска  $H = 6,5 \text{ м}$ ; скорость ветра над водой в месте выпуска  $V_{\text{в}} = 5 \text{ м/с}$ ; Выпуск в нижнюю треть глубины водоема.

3. Выпуск в морские воды

Расчетная скорость диктующего течения  $V_{\text{п}} = 0,02 \text{ м/с}$ , при смене направления течения скорость не становится нулевой, а имеет некоторую величину, плотность морской воды  $\rho_{\text{м}} = 1014 \text{ кг/м}^3$ , градиент плотности по глубине  $\sigma = 0,03 \text{ кг/м}^2$ , плотность очищенных сточных вод  $999,7 \text{ кг/м}^3$ . Глубина в месте предполагаемого расположения оголовка составляет 4,47 м при минимальном уровне воды в максимальный отлив при 95% обеспеченности.

4. Расход сточных вод:  $Q_0 = 0,1 \text{ м}^3/\text{с}$ .

5. Результаты анализа воды водного объекта:

№, п/п	Наименование показателя	Значение показателя, мг/дм <sup>3</sup>
1	Взвешенные вещества	<5
2	рН	7,5
3	БПК <sub>5</sub>	2,1
4	Растворенный O <sub>2</sub>	9,18
5	ХПК	8,4
6	Сухой остаток	-
7	Железо общее	0,182
8	Хлориды	-
9	Сульфаты	-
10	Азот общий	0,44
11	Аммоний-ион	0,23
12	Нитрат-ион	0,19
13	Нитрит-ион	<0,01

14	Фтор	-
15	Нефтепродукты	<0,04
16	Фенолы	-
17	Медь	0,0132
18	Цинк	0,0190
19	Алюминий	0,091
20	Фосфор общий	<0,02
21	Фосфаты по фосфору	<0,01
22	Марганец	0,0073
23	СПАВ	

6. Состав сточных вод на входе и выходе с очистных сооружений

N, п/п	Наименование показателя	Значение показателя на входе, мг/дм <sup>3</sup>	Значение показателя на выходе, мг/дм <sup>3</sup>
1	Взвешенные вещества	200	7,1
2	pH	-	-
3	БПК <sub>5</sub>	130	3,7
4	Растворенный O <sub>2</sub>	-	-
5	XПК	347	38
6	Сухой остаток	382	350
7	Железо	3,3	0,21
8	Хлориды	-	-
9	Сульфаты	-	-
10	Азот общий	30,9	13,3
11	Аммоний-ион	13,7	2,6
12	Нитрат-ион	0,2	6,0
13	Нитрит-ион	-	-
14	Фтор	-	-
15	Нефтепродукты	3,30	0,055
16	Фенолы	0,0016	0,0009
17	Медь	0,04	0,0021
18	Цинк	0,18	0,046
19	Алюминий	0,8	0,055
20	Фосфор общий	4,9	0,67
21	Фосфаты по фосфору	2,0	0,49
22	Марганец	0,16	0,094
23	СПАВ	1,3	0,054

7. Подводящий трубопровод и распределительная часть выпуска выполняется из стальных труб. Длина подводящего трубопровода составляет 80 м.

7.3.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)  
Не предусмотрено.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций.

Процедура проведения текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.5.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.2.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой. Зачет проводится в устной форме.

**7.5. Критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости**

<p><b>Оценка «отлично» (зачтено) 85-100%</b></p>	<p><b>знания:</b> – систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы; – точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; – полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p><b>умения:</b> – умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</p> <p><b>навыки:</b> – высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; – владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации; – применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий; – грамотно обосновывает ход решения задач; – безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач; – творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</p>
<p><b>Оценка «хорошо» (зачтено) 70-84 %</b></p>	<p><b>знания:</b> – достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; – усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p><b>умения:</b> – умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку;</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы;</li> <li>– владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</li> </ul> <p><b>навыки:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;</li> <li>– средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li> <li>– без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий;</li> <li>– обосновывает ход решения задач без затруднений</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Оценка «удовлетворительно» (зачтено) 55-69%</b></p>	<p><b>знания:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– достаточный минимальный объем знаний по дисциплине;</li> <li>– усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой;</li> <li>– использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок</li> </ul> <p><b>умения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку;</li> <li>– владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач;</li> <li>– умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи</li> </ul> <p><b>навыки:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий;</li> <li>– достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li> <li>– испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено) менее 50 %</b></p>	<p><b>знания:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– фрагментарные знания по дисциплине;</li> <li>– отказ от ответа (выполнения письменной работы);</li> <li>– знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине;</li> </ul> <p><b>умения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– не умеет использовать научную терминологию;</li> <li>– наличие грубых ошибок</li> </ul> <p><b>навыки:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– низкий уровень культуры исполнения заданий;</li> <li>– низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li> <li>– отсутствие навыков самостоятельной работы;</li> <li>– не может обосновать алгоритм выполнения заданий</li> </ul>

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы	Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка
знания	Обучающийся (слушатель) демонстрирует: -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных	Обучающийся (слушатель) демонстрирует: -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные	Обучающийся (слушатель) демонстрирует: -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия,	Обучающийся (слушатель) демонстрирует: -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность

	вопросов в рамках заданий билета.	е вопросы.	проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.	устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.
умения	<i>При выполнении практического задания билета обучающийся (слушатель) продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся (слушатель) не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</i>	Обучающийся (слушатель) выполнил практическое задание билета с существенным и неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.	<i>Обучающийся (слушатель) выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>	<i>Обучающийся (слушатель) правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
владение навыками	Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может	Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с	Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач. Делает корректные	Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий.

	обосновать алгоритм выполнения заданий.	формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.	выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.	Грамотно обосновывает ход решения задач.
--	---	--	---	--

## 8. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы
<b>Основная литература</b>	
1	Федоров, С. В. Методы прогнозирования качества воды : учебное пособие / С. В. Федоров, А. В. Кудрявцев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 96 с. — ISBN 978-5-8114-3695-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/206237">https://e.lanbook.com/book/206237</a>
2	Волкова, И. В. Оценка качества воды водоемов рыбохозяйственного назначения : учебное пособие для среднего профессионального образования / И. В. Волкова, Т. С. Ершова, С. В. Шипулин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 294 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-09175-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <a href="https://urait.ru/bcode/492590">https://urait.ru/bcode/492590</a>
<b>Дополнительная литература</b>	
1	Решетняк, О. С. Методы оценки качества поверхностных вод суши : учебное пособие / О. С. Решетняк. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2017. — 128 с. — ISBN 978-5-9275-2427-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/87440.html">https://www.iprbookshop.ru/87440.html</a>

8.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
ЭБС издательства «Лань»	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
ЭБС издательства «IPRsmart»	<a href="https://www.iprbookshop.ru/">https://www.iprbookshop.ru/</a>
Образовательная платформа «Юрайт»	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="https://www.elibrary.ru/defaultx.asp">https://www.elibrary.ru/defaultx.asp</a>
Сайт справочной правовой системы «Консультант Плюс»	<a href="https://www.consultant.ru">https://www.consultant.ru</a>

8.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Чтение лекций и проведение практических занятий с использованием презентаций (ОС Windows, Microsoft Office).
2. Работа с электронными текстами нормативно-правовых актов (Использование информационной справочной правовой системы Консультант).

8.3. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

<b>Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения</b>
Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
Учебные аудитории для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (компьютерный класс): ПК-12 шт. (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с установленным мультимедийным оборудованием (проектор, экран, колонки) с доступом к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ; доска маркерная; комплект учебной мебели на 12 посадочных мест.
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.

## **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ (СЛУШАТЕЛЕЙ) ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся (слушателю) необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием РПД, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы и подготовки к практическим занятиям.

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал. Кроме того, важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием средств и возможностей современных образовательных технологий.

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;

- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к текущему контролю успеваемости обучающихся (слушателей);
- подготовка к дифференцированному зачету.
- выполнение заданий по РГР и подготовка РГР к защите

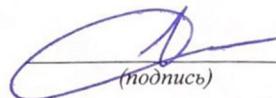
Залогом успешного освоения этой дисциплины является обязательное посещение лекционных занятий, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса.

В рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники.
- подготовиться к промежуточной аттестации.

Итогом изучения дисциплины является дифференцированный зачет. Форма проведения дифференцированного зачета – устно.

Программу составил (и):  
доцент кафедры ВиЭ, к.т.н., доцент

  
(подпись) (С.В. Федоров)

Программа обсуждена и рекомендована на заседании кафедры ВиЭ \_\_\_\_\_  
«22» июня 2022 г., протокол № 09.

Заведующий кафедрой ВиЭ  
к.т.н., доцент

  
(подпись) (А.В. Кудрявцев)

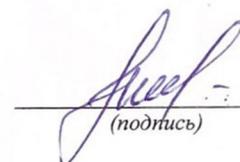
Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета ИЭиГХ  
«27» июня 2022 г., протокол № 12.

Председатель учебно-методической комиссии факультета,  
декан факультета ИЭиГХ  
к.т.н., доцент

  
(подпись) (И.И. Суханова)

Согласовано:

Начальник учебно-методического  
управления,  
к.э.н., доцент

  
(подпись) (А.О. Михайлова)

Директор института повышения  
квалификации и профессиональной  
переподготовки специалистов,  
к.э.н.

  
(подпись) (В.В. Виноградова)

**ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ**  
в рабочую программу дисциплины (модуля)  
*«Методы прогнозирования качества воды»*

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата распорядительного документа о внесении изменения)
1			
2			
3			