

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

"БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Е.И.Луковникова

\_\_\_\_\_ 20 мая \_\_\_\_\_ 20 24 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.01.05 Инженерные методы защиты гидросферы**

Закреплена за кафедрой **Экологии, безопасности жизнедеятельности и физической культуры**

Учебный план b050306\_24\_ЭБиОТ.plx  
05.03.06 Экология и природопользование

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **6 ЗЕТ**

Виды контроля в семестрах:

Контрольная работа 6, Экзамен 6

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	17			
Неделя	17			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	34	34	34	34
Практические	51	51	51	51
В том числе инт.	20	20	20	20
В том числе в форме практ.подготовки	51	51	51	51
Итого ауд.	85	85	85	85
Контактная работа	85	85	85	85
Сам. работа	95	95	95	95
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	216	216	216	216

Программу составил(и):  
к.хим.н., доц., Игнатенко О.В. \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

### **Инженерные методы защиты гидросферы**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 894)

составлена на основании учебного плана:

05.03.06 Экология и природопользование  
утвержденного приказом ректора от 30.01.2024 № 32.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Экологии, безопасности жизнедеятельности и физической культуры**

Протокол от 25 марта 2024 г. № 10

Срок действия программы: 2024-2028 уч.г.

Зав. кафедрой Никифорова В.А. \_\_\_\_\_

Председатель МКФ

доцент, к.т.н., Варданян М.А. \_\_\_\_\_ протокол от 02 апреля 2024 г. № 8

Ответственный за реализацию ОПОП \_\_\_\_\_ Никифорова В.А.

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ Сотник Т.Ф.

№ регистрации \_\_\_\_\_ 38 \_\_\_\_\_  
(учебный отдел)

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель МКФ

\_\_\_\_\_ 2025 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры  
**Экологии, безопасности жизнедеятельности и физической культуры**

Внесены изменения/дополнения (Приложение \_\_\_\_\_)

Протокол от \_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель МКФ

\_\_\_\_\_ 2026 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры  
**Экологии, безопасности жизнедеятельности и физической культуры**

Внесены изменения/дополнения (Приложение \_\_\_\_\_)

Протокол от \_\_\_\_\_ 2026 г. № \_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель МКФ

\_\_\_\_\_ 2027 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры  
**Экологии, безопасности жизнедеятельности и физической культуры**

Внесены изменения/дополнения (Приложение \_\_\_\_\_)

Протокол от \_\_\_\_\_ 2027 г. № \_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель МКФ

\_\_\_\_\_ 2028 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры  
**Экологии, безопасности жизнедеятельности и физической культуры**

Внесены изменения/дополнения (Приложение \_\_\_\_\_)

Протокол от \_\_\_\_\_ 2028 г. № \_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1.1	Изучение инженерных методов защиты водных объектов от загрязнения
-----	-------------------------------------------------------------------

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.01.05
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Прикладная экология
2.1.2	Химические основы экологии
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Оценка воздействия на окружающую среду
2.2.2	Основы экологических технологий производств
2.2.3	Производственная (технологическая) практика
2.2.4	Производственная (преддипломная) практика
2.2.5	Управление экологической безопасностью

**3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**ПК-3: Способен к разработке и эколого-экономическому обоснованию планов внедрения новой природоохранной техники и технологий в организации**

Индикатор 1	ПК-3.1 Осуществляет разработку и экологический анализ планов внедрения новой природоохранной техники и технологий с учетом наилучших доступных технологий в области охраны окружающей среды
Индикатор 2	ПК-3.2 Осуществляет контроль соблюдения технологических режимов и эффективности работы природоохранных сооружений и установок

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	теоретические основы и технологии существующих методов очистки сточных вод; конструкции и принципы работы основных типов сооружений очистки сточных вод
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	осуществлять выбор оптимальных технологических решений для очистки сточных вод при разработке планов внедрения новой природоохранной техники и технологий с учетом наилучших доступных технологий; определять целесообразность и эффективность применения конкретного типа очистного сооружения; организовывать контроль за эффективностью работы сооружений очистки сточных вод
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	навыками расчёта основных параметров различных типов очистных сооружений; навыками организации контроля соблюдения технологических режимов и эффективности работы очистных сооружений и установок очистки сточных вод

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Вид занятия	Наименование разделов и тем	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел	<b>Раздел 1. Характеристика сточных вод</b>						
1.1	Лек	Источники и виды загрязнения природных вод. Классификация сточных вод по происхождению. Характеристика хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод различных отраслей промышленности.	6	4	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7	3	лекция-беседа ПК-3.1 ПК-3.2
1.2	Пр	Санитарно-химические показатели загрязнения сточных вод	6	4	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	ПК-3.1 ПК-3.2

1.3	Ср	Подготовка к практическим занятиям	6	5	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	ПК-3.1 ПК-3.2
1.4	Экзамен	Подготовка к экзамену	6	4	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7	0	ПК-3.1 ПК-3.2
	Раздел	<b>Раздел 2. Механическая очистка сточных вод</b>						
2.1	Лек	Общие технологические схемы очистки сточных вод. Процессы, лежащие в основе механической очистки сточных вод. Конструкции и принцип работы сооружений механической очистки сточных вод (решётки; горизонтальная, вертикальная, тангенциальная и аэрируемая песколовки).	6	4	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7	2	лекция-беседа ПК-3.1 ПК-3.2
2.2	Лек	Первичные отстойники: область применения, классификация. Закономерности процесса первичного осветления сточных вод. Конструкции горизонтальных, вертикальных и радиальных отстойников.	6	4	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7	0	ПК-3.1 ПК-3.2
2.3	Пр	Технологические схемы очистки сточных вод	6	6	ПК-3	Л1.1 Л1.3Л2.4 Л2.7Л3.1	4	работа в малых группах ПК-3.1 ПК-3.2
2.4	Пр	Сооружения механической очистки сточных вод. Расчёт основных параметров решёток	6	4	ПК-3	Л1.1 Л1.3Л2.4 Л2.5 Л2.7Л3.1	0	ПК-3.1 ПК-3.2
2.5	Пр	Расчёт основных параметров горизонтальной, аэрируемой и тангенциальной песколовки	6	4	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.4 Л2.5 Л2.7Л3.1	0	ПК-3.1 ПК-3.2
2.6	Пр	Расчёт основных параметров горизонтального и радиального отстойников	6	5	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7Л3.1	0	ПК-3.1 ПК-3.2
2.7	Пр	Методы глубокой очистки сточных вод от взвешенных веществ	6	4	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7Л3.1	0	ПК-3.1 ПК-3.2
2.8	Ср	Подготовка к практическим занятиям	6	24	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7Л3.1	0	ПК-3.1 ПК-3.2
2.9	Ср	Выполнение контрольной работы	6	10	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7	0	ПК-3.1 ПК-3.2
2.10	Экзамен	Подготовка к экзамену	6	10	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7	0	ПК-3.1 ПК-3.2

	Раздел	<b>Раздел 3. Физико-химические методы очистки сточных вод</b>						
3.1	Лек	Физико-химические методы очистки сточных вод. Область применения. Очистка сточных вод коагулированием. Технологические схемы и сооружения для очистки сточных вод коагулированием.	6	4	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7	2	лекция-беседа ПК-3.1 ПК-3.2
3.2	Лек	Очистка сточных вод флотацией. Методы флотационной обработки сточной воды. Конструкции флотаторов. Адсорбционная очистка сточных вод. Область применения. Технологические схемы сорбционной очистки. Типы адсорберов.	6	4	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7	1	лекция-беседа ПК-3.1 ПК-3.2
3.3	Лек	Ионообменная очистка сточных вод. Классификация ионитов. Ионообменные установки. Экстрагирование как метод очистки сточных вод. Выбор экстрагента. Методы экстрагирования и схемы экстракционных установок.	6	4	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7	0	ПК-3.1 ПК-3.2
3.4	Пр	Сооружения физико-химической очистки сточных вод	6	10	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7Л3.1	3	работа в малых группах ПК-3.1 ПК-3.2
3.5	Ср	Подготовка к практическим занятиям	6	18	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7Л3.1	0	ПК-3.1 ПК-3.2
3.6	Ср	Выполнение контрольной работы	6	10	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7	0	ПК-3.1 ПК-3.2
3.7	Экзамен	Подготовка к экзамену	6	12	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7	0	ПК-3.1 ПК-3.2
	Раздел	<b>Раздел 4. Биохимическая очистка сточных вод</b>						
4.1	Лек	Теоретические основы метода биохимической очистки сточных вод. Принципы очистки сточных вод в аэротенках и основные характеристики активного ила. Технологические схемы очистки сточных вод в аэротенках. Конструкции аэротенков.	6	6	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7	2	лекция-беседа ПК-3.1 ПК-3.2
4.2	Лек	Теоретические основы метода биофильтрации. Классификация биофильтров. Конструкции биофильтров.	6	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7	0	ПК-3.1 ПК-3.2

4.3	Лек	Общая схема процессов обработки осадков с сооружений биохимической очистки сточных вод. Биологическая очистка сточных вод в естественных условиях.	6	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.4 Л2.5 Л2.6	0	ПК-3.1 ПК-3.2
4.4	Пр	Технологические схемы и сооружения биохимической очистки сточных вод	6	8	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7Л3.1	3	работа в малых группах ПК-3.1 ПК-3.2
4.5	Пр	Анализ эффективности работы очистного сооружения на предприятии	6	6	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7Л3.1	0	ПК-3.1 ПК-3.2
4.6	Ср	Подготовка к практическим занятиям	6	18	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7Л3.1	0	ПК-3.1 ПК-3.2
4.7	Ср	Выполнение контрольной работы	6	10	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7	0	ПК-3.1 ПК-3.2
4.8	Экзамен	Подготовка к экзамену	6	10	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7	0	ПК-3.1 ПК-3.2

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательные технологии с использованием активных методов обучения (лекция – беседа)

Традиционная (репродуктивная) технология (преподаватель знакомит обучающихся с порядком выполнения задания, наблюдает за выполнением и при необходимости корректирует работу обучающихся)

Технология коллективного взаимодействия (работа в малых группах) (самостоятельное изучение обучающимися нового материала посредством сотрудничества в малых группах, дает возможность всем участникам участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения)

Технология дистанционного обучения (получение образовательных услуг без посещения университета, с помощью современных систем телекоммуникации (электронная почта, Интернет и др.))

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Контрольные вопросы и задания

#### I. Вопросы для собеседования

##### Раздел 1. Характеристика сточных вод

1. Перечислить все показатели, определяемые при полном санитарно-химическом анализе сточных вод.
2. Для чего необходимо определять температуру сточных вод?
3. Как определяют интенсивность окраски окрашенных сточных вод?
4. При какой температуре определяют запах сточных вод?
5. Что такое пороговое число?
6. Чему должен быть равен рН сточных вод, подаваемых на сооружения биологической очистки?
7. Что характеризует прозрачность сточных вод?
8. Что характеризует показатель «сухой остаток»?
9. Что характеризует показатель «плотный остаток»?
10. Как определяют сухой остаток сточных вод?
11. Как определяют плотный остаток сточных вод?
12. Что характеризует зольность сухого остатка?
13. Для чего необходимо определять содержание взвешенных веществ в сточных водах?
14. Чему равна концентрация взвешенных веществ в хозяйственно-бытовых сточных водах?

15. Что характеризует показатель «оседающие вещества»? Для какой ступени очистки сточных вод его определение имеет значение?
16. Какую долю от взвешенных веществ составляют оседающие вещества в хозяйственно-бытовых сточных водах?
17. Что характеризует показатель ХПК? Единицы измерения ХПК.
18. Какой окислитель используется при определении ХПК?
19. Что характеризует показатель БПК? Единицы измерения БПК.
20. Как соотносятся показатели ХПК и БПК?
21. Какие компоненты сточных вод относятся к легкоокисляющимся веществам?
22. Что считается БПКПОЛН? БПК5?
23. Какие формы азота определяют в сточной воде?
24. Какие показатели влияют на общее солесодержание в сточных водах?
25. Определение содержания каких загрязняющих веществ в сточных водах является обязательным?
26. Каким образом сказывается на различных стадиях очистки сточных вод присутствие СПАВ?
27. Что входит в санитарно-бактериологические показатели?

## Раздел 2. Механическая очистка сточных вод

1. Перечислите последовательность стадий очистки хозяйственно-бытовых сточных вод.
2. Для чего предназначены решетки в технологических схемах очистки сточных вод?
3. Какая формула используется для расчета количества прозоров в решетках?
4. Чему равна ширина прозоров в решетках?
5. Как можно рассчитать ширину решеток?
6. В каких пределах поддерживают скорость движения сточной воды через прозоры решетки? Почему?
7. Для чего предназначены песколовки в технологических схемах очистки сточных вод?
8. Назовите элементы конструкции горизонтальной песколовки.
9. Опишите механизмы для перемещения осадка в бункер горизонтальной песколовки.
10. Что представляет собой гидромеханическая система перемещения осадка в песколовках?
11. Опишите способы удаления осадка из бункера для сбора осадка, а также периодичность выгрузки осадка.
12. Дайте описание конструкции аэрируемой песколовки.
13. Для чего предназначен аэратор в аэрируемой песколовке? На какой глубине он располагается?
14. Охарактеризуйте движение воды в аэрируемой песколовке.
15. Чему равна скорость движения воды в горизонтальной и аэрируемой песколовках?
16. Охарактеризуйте эффективность работы различных видов песколовок.
17. Какова конструкция и размеры горизонтального отстойника?
18. Каковы достоинства и недостатки горизонтальных отстойников?
19. Какова скорость движения воды в горизонтальном отстойнике?
20. Охарактеризуйте эффективность удаления взвешенных веществ из сточной воды в различных типах отстойников.
21. Что представляет собой условие седиментационного подобия, используемое при проектировании отстойников?
22. Что такое гидравлическая крупность?
23. Каково время отстаивания в первичных отстойниках?
24. Перечислите требования к величине остаточной концентрации взвешенных веществ в осветленной сточной воде после первичных отстойников.
25. Опишите конструкцию радиального отстойника.
26. Каковы размеры радиального отстойника?
27. Опишите способы выгрузки осадка из отстойников.

## Раздел 3. Физико-химические методы очистки сточных вод

1. Опишите конструкции смесителей, используемых при коагуляционной очистке сточных вод.
2. Перечислите типы камер хлопьеобразования.
3. Чему равно время пребывания сточной воды в смесителе и в камере хлопьеобразования?
4. Опишите конструкцию и технологические параметры работы перегородчатой камеры хлопьеобразования.
5. Опишите конструкцию и технологические параметры работы водоворотной камеры хлопьеобразования.
6. Назовите достоинства и недостатки метода электрохимической коагуляции.
7. Опишите принцип действия сооружений для электрохимического коагулирования.
8. При какой начальной концентрации загрязнений сточных вод используют метод напорной флотации и метод вакуумной флотации?
9. Опишите принцип действия установок напорной флотации.
10. В чем заключаются функции напорных резервуаров?
11. Какие существуют схемы подачи воды при напорной флотации?
12. Что собой представляет импеллер?
13. От чего зависит эффективность флотации с использованием для подачи воздуха пористых материалов?
14. Охарактеризуйте сущность метода электрофлотации.

## Раздел 4. Биохимическая очистка сточных вод

1. Как классифицируют аэротенки по гидродинамическому режиму?
2. Какая применяется система подачи сточной воды и активного ила в аэротенках-вытеснителях и в аэротенках-смесителях?
3. Опишите конструкцию аэротенка-вытеснителя.
4. Как изменяется нагрузка на активный ил и скорость потребления кислорода в аэротенках-вытеснителях по мере

- продвижения сточной воды по сооружению?
5. Чему равны размеры аэротенка-вытеснителя?
  6. Для чего предназначены регенераторы?
  7. Опишите порядок подачи сточной воды и активного ила в аэротенках-вытеснителях с 25%-ной регенерацией ила.
  8. Назовите типы систем аэрации в аэротенках.
  9. Опишите конструкцию и принцип работы дискового погружного биофильтра.
  10. Какие материалы используют в качестве объемной загрузки в биофильтрах?
  11. Опишите конструкцию капельного биофильтра.
  12. Чем объясняется более высокая, чем в обычных капельных биофильтрах, окислительная мощность высоконагружаемых биофильтров?
  13. Опишите наиболее распространенные технологические схемы работы биофильтров.
  14. Как определяется величина илового индекса?
  15. Чем вызывается «вспухание» активного ила в аэротенках? Почему этот процесс считается нежелательным?
  16. Охарактеризуйте видовой состав организмов активного ила.
  17. Что такое зооглеи?
  18. Что такое циркуляционный и избыточный активный ил?
  19. Чему равен расход воздуха в аэротенках?
  20. Чему равна концентрация иловой смеси в аэротенках?
  21. Как классифицируют аэротенки по величине нагрузки на активный ил?

II. Фонд тестовых заданий для текущего контроля включает 120 тестовых заданий.

### 6.2. Темы письменных работ

Контрольная работа

Темы:

I. Изучение конструкции, пропускной способности и эффективности работы (очистного сооружения на конкретном предприятии).

Варианты:

1. Песколовка горизонтальная.
2. Песколовка тангенциальная.
3. Отстойник горизонтальный.
4. Отстойник вертикальный.
5. Отстойник радиальный.
6. Нефтеловушка.
7. Аэротенк.
8. Биофильтр.
9. Флотатор.
10. Адсорбер.

II. Обработка и утилизация осадка сточных вод на предприятии.

### 6.3. Фонд оценочных средств

I. Экзаменационные вопросы

Раздел 1. Характеристика сточных вод

1. Виды хозяйственной деятельности, приводящие к загрязнению и истощению поверхностных вод.
2. Водопотребители и водопользователи (определение и примеры).
3. Основные виды загрязнения природных вод.
4. Классификация загрязнений сточных вод.
5. Классификация примесей сточных вод в соответствии с размером частиц.
6. Классификация сточных вод по происхождению.
7. Характеристика хозяйственно-бытовых (коммунальных) сточных вод.
8. Состав и объёмы сточных вод теплоэнергетики, чёрной и цветной металлургии.
9. Состав и объёмы сточных вод микробиологической промышленности, пищевой и лёгкой промышленности.
10. Состав и объёмы сточных вод целлюлозно-бумажной промышленности и промышленности строительных материалов.
11. Характеристика атмосферных (дождевых) сточных вод.
12. Санитарно-химические показатели загрязнения сточных вод.

Раздел 2. Механическая очистка сточных вод

1. Основные виды очистки сточных вод в искусственных условиях.
2. Механическая очистка сточных вод. Устройство и принцип работы решёток.
3. Принцип расчёта решёток.
4. Кинетика осаждения взвешенных веществ.
5. Гидравлическая крупность взвеси. Минимальная и охватывающая гидравлическая крупность.
6. Конструкция, принцип работы и эффективность работы горизонтальных песколовок. Цели использования.
7. Конструкция, принцип работы и эффективность работы вертикальных песколовок. Цели использования.
8. Особенности конструкции, принцип работы и эффективность работы аэрируемых песколовок. Цели использования.
9. Конструкция, принцип работы и расчёт основных параметров тангенциальных песколовок. Цели использования.
10. Принцип расчёта основных параметров горизонтальных песколовок.
11. Принцип расчёта основных параметров аэрируемых песколовок.

12. Классификация отстойных сооружений по основным технологическим и конструктивным признакам.
13. Горизонтальный отстойник: конструкция, принцип работы.
14. Вертикальный отстойник: конструкция, принцип работы.
15. Радиальный отстойник: конструкция, принцип расчёта основных параметров.
16. Принцип расчёта основных параметров горизонтальных отстойников.
17. Интенсификация осаждения в первичных отстойниках.

### Раздел 3. Физико-химические методы очистки сточных вод

1. Коагуляция. Очистка сточных вод коагулированием. Коагулянты. Стадии коагуляции.
2. Технологические схемы метода коагулирования.
3. Сооружения для очистки сточных вод коагулированием. Электрокоагуляция.
4. Флокуляция. Флокулянты. Механизм действия флокулянтов.
5. Очистка сточных вод флотацией. Методы флотационной обработки сточной воды.
6. Очистка сточных вод флотацией. Типы флотаторов.
7. Адсорбционная очистка сточных вод. Область применения. Виды сорбентов.
8. Технологические схемы сорбционной очистки сточных вод.
9. Сооружения для сорбционной очистки сточных вод.
10. Ионообменная очистка сточных вод.
11. Экстракционная очистка промышленных сточных вод. Выбор экстрагента.
12. Методы экстрагирования и схемы экстракционных установок.
13. Очистка сточных вод электрохимическими методами.

### Раздел 4. Биохимическая очистка сточных вод

1. Биохимические основы методов биологической очистки сточных вод. Активный ил. Организмы активного ила и биопленки.
2. Основные параметры процесса биохимической очистки сточных вод в аэротенках. Окислительная мощность аэротенка. Классификация аэротенков по нагрузке на активный ил.
3. Конструкции аэротенков. Системы аэрации в аэротенках.
4. Требования к составу сточных вод, поступающих на сооружения биохимической очистки.
5. Обработка осадков с сооружений биохимической очистки сточных вод.
6. Сооружения для искусственной биологической очистки. Конструкция биофильтров.
7. Классификация биофильтров.
8. Технологические схемы работы биофильтров.
9. Биологическая очистка сточных вод в естественных условиях.

II. Экзаменационные билеты, включающие 3 вопроса.

#### 6.4. Перечень видов оценочных средств

Вопросы для собеседования, фонд тестовых заданий для текущего контроля, контрольная работа, экзаменационные вопросы, экзаменационные билеты

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л1. 1	Воронов Ю.В., Яковлев С.В.	Водоотведение и очистка сточных вод: Учеб. пособие для вузов	Москва: АСВ, 2006	49	
Л1. 2	Ветошкин А. Г.	Основы инженерной защиты окружающей среды: учебное пособие	Москва Вологда : Инфра-Инженерия, 2019	1	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=564894">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=564894</a>
Л1. 3	Ветошкин А. Г.	Инженерная защита гидросферы от сбросов сточных вод: учебное пособие	Москва Вологда : Инфра-Инженерия, 2019	1	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=564892">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=564892</a>

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л2. 1	Алексеев В.И., Винокурова Т.Е., Пугачев Е.А.	Проектирование сооружений переработки и утилизации осадков сточных вод с использованием элементов компьютерных информационных технологий: Учебное пособие	Москва: АСВ, 2003	15	

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л2. 2	Хенце М., Армозс П., Ля-кур- Янсен Й., Арван Э.	Очистка сточных вод: Биологические и химические процессы	Москва: Мир, 2004	5	
Л2. 3	Ветошкин А.Г.	Теоретические основы защиты окружающей среды: Учеб. пособие для вузов	Москва: Высшая школа, 2008	100	
Л2. 4	Кривошеин Д.А., Кукин П.П., Лапин В.Л.	Инженерная защита поверхностных вод от промышленных стоков: Учеб. пособие для вузов	Москва: Высшая школа, 2008	15	
Л2. 5	Ветошкин А.Г.	Процессы и аппараты защиты окружающей среды: Учеб. пособие для вузов	Москва: Высшая школа, 2008	20	
Л2. 6	Пугачев Е.А.	Процессы и аппараты обработки осадков сточных вод: монография	Москва: АСВ, 2010	5	
Л2. 7	Ветошкин А. Г.	Инженерная защита водной среды	Санкт-Петербург: Лань, 2014	1	<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=49467">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=49467</a>

### 7.1.3. Методические разработки

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л3. 1	Игнатенко О.В., Ерофеева М.Р.	Теоретические основы и технологии очистки сточных вод: методические указания к практическим занятиям	Братск: БрГУ, 2016	12	

### 7.3.1 Перечень программного обеспечения

7.3.1.1	Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN No Level
7.3.1.2	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level
7.3.1.3	Adobe Acrobat Reader DC

### 7.3.2 Перечень информационных справочных систем

7.3.2.1	Издательство "Лань" электронно-библиотечная система
7.3.2.2	«Университетская библиотека online»
7.3.2.3	Электронный каталог библиотеки БрГУ
7.3.2.4	Электронная библиотека БрГУ

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудитория	Назначение	Оснащение аудитории	Вид занятия
3114	Учебная аудитория	Меловая доска – 1 шт. Учебная мебель: - комплект мебели (посадочных мест) – 48 шт.; - комплект мебели (посадочных мест) для преподавателя – 1 шт.;	Лек
3106	Лаборатория промышленной экологии	Основное оборудование: -Сушильный шкаф; - Муфельная печь; - Шкаф для химической посуды; - Шкаф металлический; - Дистиллятор; - Вытяжной шкаф; - Лабораторная установка БЖС-3; - Встряхиватель 358S; - Метеометр электронный МЭС-200А; - Калориметр КФК-3; - Весы аналитические; - Виброметр ВИП-2; - Муфельная печь-2; - Весы электронные ВМК 622; - Прибор Фитотестер 03; - Лабораторная установка БЖ-8м; - У\термостат УТУ-4; - Измеритель шума и вибрации ВШВ-003; - Лабораторный стенд БЖС-7; - Акустический измерительный прибор; - Прибор циклон 05;	Пр

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Люксметр-пульсаметр БЖ 1/1м;</li> <li>- Потенциостат Е-20;</li> <li>- Тренажер Витим;</li> <li>- Биологический микроскоп Motik BA300;</li> <li>- Биологический микроскоп Motik 1820-LED;</li> </ul> Дополнительно: <ul style="list-style-type: none"> <li>- маркерная доска – 1 шт.</li> <li>- Рабочие столы с приборами;</li> <li>- Стол для выполнения лабораторных работ;</li> <li>- Стол для микроскопа;</li> </ul> Учебная мебель: <ul style="list-style-type: none"> <li>- комплект мебели (посадочных мест) – 20 шт.;</li> <li>- комплект мебели (посадочных мест) для преподавателя - 1 шт.;</li> </ul>	
2201	читальный зал №1	Комплект мебели (посадочных мест) Стеллажи Комплект мебели (посадочных мест) для библиотекаря Выставочные шкафы ПК i5-2500/H67/4Gb (монитор TFT19 Samsung) (10шт.); принтер HP Laser Jet P2055D (1шт.)	Ср
3114	Учебная аудитория	Меловая доска – 1 шт. Учебная мебель: <ul style="list-style-type: none"> <li>- комплект мебели (посадочных мест) – 48 шт.;</li> <li>- комплект мебели (посадочных мест) для преподавателя – 1 шт.;</li> </ul>	Экзамен

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

Преподавание дисциплины «Теоретические основы и технологии очистки сточных вод» проводится с использованием следующих форм организации учебного процесса и видов учебных занятий: лекции, практические занятия, выполнение контрольной работы, самостоятельная работа обучающихся, текущий контроль знаний, консультации, экзамен как форма промежуточной аттестации.

Лекция является важнейшей формой организации учебного процесса и предназначена для преподавания теоретических основ дисциплины, для систематизации учебного материала, для разъяснения элементов учебного материала, трудных для понимания.

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращая внимание на основные понятия, формулировки законов, пояснения, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Конспекты лекций должны иметь заголовки, подзаголовки, выделенные термины, определения и основные положения. В конспект следует заносить рекомендуемые преподавателем схемы и таблицы.

Рекомендуется в ходе лекции задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений изучаемого предмета.

При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – выявляют основные аспекты изучаемой темы, помогая определить направления дальнейшей самостоятельной работы обучающегося с литературными источниками. Целесообразно в дальнейшем дополнять свой конспект лекции, делая в нем на полях соответствующие записи из рекомендованной литературы.

Практические занятия, наряду с лекцией, являются основной формой учебного процесса. Целью практических занятий является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных обучающимися на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, формирование у них определенных умений и навыков.

Спецификой данной формы учебного занятия является совместная работа преподавателя и обучающихся, чередование индивидуальной и коллективной деятельности. Обучение производится через механизм совместного обсуждения теоретических положений, относящихся к данной предметной области, и примеров практической применимости данных знаний. Использование интерактивных методов обучения способствует более эффективному усвоению знаний по дисциплине.

Практические занятия позволяют обучающимся систематизировать и конкретизировать знания по изучаемой теме; развивают умение анализировать различные аспекты применения на практике теоретических положений изучаемой дисциплины; формируют навыки работы с дополнительными источниками информации; учат четко формулировать мысль, аргументировать свою точку зрения, вести дискуссию.

Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Для понимания материала учебной дисциплины и качественного его усвоения рекомендуется целенаправленная и тщательная подготовка обучающегося к практическому занятию. Подготовку к практическому занятию необходимо начинать с проработки конспекта лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Желательно при подготовке к практическому занятию одновременно использовать несколько источников, раскрывающих заданные вопросы. Особое внимание при работе с литературными источниками необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. Заканчивать подготовку следует составлением конспекта по изучаемому материалу. Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам.

После изучения материала по теме практического занятия необходимо подготовить развернутые ответы на контрольные вопросы для самопроверки. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю и проконсультироваться до начала занятия.

Самостоятельная работа обучающихся играет решающую роль в ходе всего учебного процесса и способствует получению углубленных знаний по изучаемой дисциплине.

Правильная организация самостоятельных учебных занятий, их систематичность, целесообразное планирование рабочего времени позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, в

работе с различными источниками информации, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

Виды самостоятельной работы, выполняемые в рамках изучения дисциплины:

- повторение лекционного материала;
- изучение учебной и научной литературы;
- изучение нормативных правовых актов (в т.ч. в электронных базах данных);
- выполнение контрольной работы;
- подготовка к практическим занятиям;
- выполнение заданий, выданных на практических занятиях;
- составление письменных отчетов по практической работе;
- подготовка к контрольным опросам, тестированию и т.д.;
- проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний (тесты и вопросы для самопроверки);
- подготовка к промежуточной аттестации.

Методические рекомендации по работе с литературой

Обучающимся рекомендуется с самого начала освоения дисциплины работать с литературой в форме подготовки к очередному практическому занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые обучающийся получает в аудитории.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Прежде всего, обучающимся необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературы. Для получения дополнительных сведений рекомендуется также использование ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

При работе с литературой важно уметь:

- сопоставлять, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- оценивать и обобщать полученную информацию;
- фиксировать основное содержание литературного источника;
- пользоваться справочными материалами;
- готовить развернутые сообщения.

Литературу, используемую при изучении дисциплины, можно разделить на учебники и учебные пособия, научные монографии, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную, дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

Выполнение контрольной работы помогает закрепить полученные теоретические знания и выработать навыки и приемы самостоятельного научного поиска, навыки анализа, систематизации и грамотного изложения материала.

В ходе выполнения контрольной работы обучающийся должен продемонстрировать имеющиеся теоретические представления по теме контрольной работы, умение пользоваться литературными источниками, умение систематизировать и анализировать информацию по теме контрольной работы, продемонстрировать навыки расчёта основных параметров очистных сооружений, умение грамотно обосновывать выводы из проделанной работы.

Выполнение контрольной работы включает следующие этапы:

- выдача преподавателем задания для контрольной работы;
- ознакомление с графиком контрольных мероприятий по выполнению контрольной работы;
- изучение и анализ литературных источников, систематизация материала;
- написание контрольной работы;
- предоставление контрольной работы преподавателю на проверку;
- доработка контрольной работы с учётом требований и замечаний преподавателя;
- завершение и оформление контрольной работы в соответствии с установленными требованиями;
- сдача контрольной работы преподавателю.

Структура контрольной работы:

- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Во введении обосновывается актуальность темы, её теоретическая и практическая значимость, формулируется цель и задачи выполнения контрольной работы. В основной части на основании изучения и анализа литературных источников должен быть представлен теоретический и фактический материал по теме контрольной работы, результаты расчетов.

Общие положения должны быть подкреплены и пояснены конкретными примерами. Излагаемый материал при необходимости следует проиллюстрировать таблицами, схемами, диаграммами и т.д. Основную часть следует делить на разделы и подразделы, представляющие собой законченные в смысловом отношении фрагменты контрольной работы.

Рекомендуемое содержание основной части контрольной работы:

1. Теоретические основы используемого на предприятии метода очистки сточных вод.
2. Описание конструкции очистного сооружения; его параметры.
3. Технические и технологические особенности очистного сооружения.
4. Анализ данных о качестве сточной воды до и после очистки. Оценка эффективности работы изучаемого очистного сооружения.
5. Расчёт основных параметров очистного сооружения.

6. Предложения по улучшению конструкции и эффективности работы очистного сооружения.

В заключении приводятся обобщающие выводы, излагаются собственные предложения и рекомендации.

Список использованных источников включает цитируемую или упоминаемую автором литературу. Основные требования, предъявляемые к списку использованных источников: соответствие теме контрольной работы и полнота отражения всех аспектов её рассмотрения, а также разнообразие видов изданий: нормативные, справочные, учебные, научные, периодические.

Критериями оценивания контрольной работы являются: соответствие содержания выданному заданию; достаточность представленного в работе материала; грамотное изложение материала; оформление контрольной работы в соответствии с установленными требованиями.

Текущий контроль знаний предназначен для выявления и оценки полученных знаний, умений и навыков и проводится после изучения тем и разделов дисциплины с использованием в качестве оценочных средств тестовых заданий либо путем собеседования с обучающимся.

Консультации – консультирование обучающихся по темам учебного материала в целях оказания методической помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, при подготовке к практическим занятиям и к промежуточной аттестации.

Экзамен (как форма промежуточной аттестации). Экзамен по дисциплине призван выявить объем и глубину овладения обучающимся теоретическими знаниями по дисциплине, способность увязать теоретические аспекты предмета с практической применимостью в профессиональной деятельности, умение систематизировать и излагать изученный материал. К экзамену допускаются обучающиеся при условии выполнения и защиты ими всех практических работ.

При подготовке к экзамену необходимо использовать конспекты лекций, материал практических занятий, рекомендуемую литературу, использовать ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».