

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 05.08.2024 15:14:59  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В. Пекаревский  
27.06.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Технологические процессы и оборудование для переработки отходов и очистки**  
**промышленных стоков**

Направление подготовки

**05.03.06 Экология и природопользование**  
Направленность образовательной программы  
**Экология и природопользование**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет Инженерно-технологический  
Кафедра Химии и технологии органических соединений азота

Санкт-Петербург  
2024

**Б1.В.14**

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
От каф. ТМС Профессор		Профессор Шугалей И.В.
От каф. ХТОСА Профессор		Профессор Илюшин М.А.

Рабочая программа дисциплины «Технологические процессы и оборудование для переработки отходов и очистки промышленных стоков» обсуждена на заседании кафедры технологии микробиологического синтеза

протокол от 05.03.2024 г. № 7  
Заведующий кафедрой

М.М. Шамцян

Рабочая программа дисциплины «Технологические процессы и оборудование для переработки отходов и очистки промышленных стоков» обсуждена на заседании кафедры химии и технологии органических соединений азота

протокол от 24.06.2024 г. № 5  
Заведующий кафедрой

А.А.Кирюшкин

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии протокол от 14.03.2024 г. № 8

Председатель

М.В.Рутто

### СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Экология и природопользование»		И.В. Шугалей
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		М.З. Труханович
Начальник учебно-методического управления		С.Н.Денисенко

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	04
3. Объем дисциплины .....	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	05
4.2. Занятия лекционного типа.....	06
4.3. Занятия семинарского типа.....	08
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	08
4.3.2. Лабораторные занятия.....	11
4.4. Самостоятельная работа обучающихся.....	12
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	13
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	13
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	14
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины .....	15
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	15
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	16
10.2. Базы данных и информационные справочные системы .....	16
11. Материально-техническое обеспечение дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	16
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	16
Приложения:	
1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	18

## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

<i>Код и наименование компетенции</i>	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p><b>ПК-8</b> Установление причин и последствий аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, подготовка предложений по предупреждению негативных последствий</p>	<p><b>ПК-8.3.</b> Разрабатывает и предлагает новые технические средства и технологии, способные минимизировать воздействие производственного объекта на окружающую среду, внедряет новые технологические решения по переработке образующихся на данном предприятии отходов и очистки промышленных стоков</p>	<p><b>Знать:</b> понятие утилизации, уничтожения, захоронения, переработки отходов, структуру ресурсного цикла, научные основы биопереработки отходов, классификацию отходов, основные технологические приемы, схемы, оборудование по переработке и обезвреживанию производственных и коммунальных отходов  <b>Уметь:</b> обосновывать метод, технологическую схему процесса, оборудование для осуществления процесса переработки промышленных и коммунальных отходов, проводить контроль технологического процесса переработки отходов применительно к конкретному производству.  <b>Владеть:</b> навыками организации процесса по переработке отходов, методами биодegradации и биоконсервации отходов, анализа степени загрязненности окружающей среды производственными и коммунальными отходами, техникой решения практических задач по переработке отходов</p>
<p><b>ПК-9</b> Разработка и экологическое обоснование планов внедрения новой природоохранной техники и технологии в организации</p>	<p><b>ПК-9.3.</b> Способен выбрать и обосновать выбор современного оборудования и предложить оптимальную технологическую схему процесса переработки отходов на конкретном предприятии</p>	<p><b>Знать:</b> современные технологические процессы и оборудование для переработки отходов и очистки промышленных стоков и обосновывать сделанный выбор  <b>Уметь</b> выбирать современные технологические процессы и оборудование для переработки отходов и очистки промышленных стоков и обосновывать сделанный выбор  <b>Владеть</b> алгоритмом выбора технологического процесса и оборудование для переработки отходов и очистки промышленных стоков</p>

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Технологические процессы и оборудование для переработки отходов и очистки промышленных стоков» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.14) и изучается на 3 курсе в 5 и 6 семестрах.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении таких дисциплин как «Общая экология», «Основы инженерной защиты окружающей среды», «Обращение с отходами производства и потребления», «Инженерная графика», «Математика», «Физика», «Осевые экологического нормирования».

## 3 Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	7/252
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>138</b>
занятия лекционного типа	68
занятия семинарского типа, в т.ч.	52
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	52 (52)
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР или КП)	16
КСР	2
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>87</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	Доклад
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачет (5 семестр), экзамен, КП (6 семестр) (27)

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. Часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
Семестр 5							
1	Введение. Понятие об инженерных природоохранных технологиях	4	4		8		
2	Технологии и оборудование защиты атмосферы. Очистка пылевоздушных и газовых выбросов	32	32		26	ОПК-1	ОПК-1.10
Итого за 5 семестр		36	36		34		
Семестр 6							
3	Технологии и оборудование защиты гидросферы. Очистка и обезвреживание сточных вод	16	16		20		
4	Технологии и оборудование защиты литосферы	10			19		
5	Защита окружающей среды от энергетических воздействий, механических и акустических колебаний, ионизирующих излучений, магнитных полей и тепловых загрязнений	6			14		
Итого за 6 семестр		32	16		53		
Итого за год		68	52		87		

##### 4.2 Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. Часы	Инновационная форма
Семестр 5			
1	<b>Введение. Понятие об инженерных природоохранных технологиях</b> Понятие	4	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. Часы	Инноваци онная форма
Семестр 5			
	технологического процесса. Технологическая схема, принципы ее составления. Технологическое оборудование. Принципы выбора экозащитной технологии и оборудования.		
2	<p><b>Технологии и оборудование защиты атмосферы. Очистка пылевоздушных и газовых выбросов</b></p> <p>Технологические мероприятия по защите атмосферы.. Архитектурно-планировочные решения, направленные на защиту атмосферы. Организация санитарно-защитных зон предприятия. Методы очистки газов от аэрозолей. Осаждение в гравитационном поле. Пылеосадители. Осаждение в инерционном поле. Пылеуловители. Осаждение в центробежном поле. Циклоны. Фильтрование аэрозолей. Рукавные фильтры. Рамочные фильтры. Зерновые фильтры. Осаждение в электрическом поле. Электрофильтры. Аппарата «мокрой» очистки газов. Полые газопромыватели. Насадочные скрубберы. Центробежные скрубберы. Тарельчатые газопромыватели. Скоростные газопромыватели. Скрубберы ударно-инерционного действия. Рекуперация пылей.</p> <p>Конденсационная обработка газовых выбросов. Возврат растворителей в технологический цикл. Конструкции теплообменников-конденсаторов. Каталитическое обезвреживание газов. Области применения. Установки каталитического обезвреживания газов. Термическое обезвреживание газов. Установки термообезвреживания газовых выбросов. Области применения. Факельные установки.</p>	32	ЛВ
Семестр 6			
3	<p><b>Технологии и оборудование защиты гидросферы. Очистка и обезвреживание сточных вод.</b></p> <p>Экозащитные мероприятия: создание санитарно-защитных зон водоемов. Организация оборотного водоснабжения на предприятиях. Глубокая очистка сточных вод. Способы очистки сточных вод: механическая очистка, физико-химическая очистка, химическая очистка, биологическая очистка. Процесс механической очистки сточных вод. Процеживание. Решетки и волокнуловители. Решетки с ручной очисткой. Решетки-дробилки. Решетки с механическими граблями. Шнековые решетки. Барабанные решетки. Отстаивание. Песколовки. Горизонтальные песколовки с прямолинейным движением воды. Горизонтальные песколовки с круговым движением воды. Вертикальные песколовки с</p>	16	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. Часы	Инновационная форма
Семестр 5			
	<p>вращательным движением воды. Тангенциальные песколовки. Аэрируемые песколовки. Выбор типа песколовки. Жироуловители и нефтеловушки. Горизонтальные нефтеловушки. Многоярусные нефтеловушки. Обработка в поле центробежных сил. Открытые и напорные гидроциклоны, напорные гидроциклоны со съемными элементами рабочей камеры. Горизонтальные центрифуги. Вертикальные центрифуги. Фильтрование. Зернистые фильтры. Тканевые фильтровальные перегородки.</p> <p>Физико-химические методы очистки сточных вод; флотация, коагуляция, реагентный метод, нейтрализация, экстракция, ионообменная очистка, озонирование, мембранные процессы очистки (ультрафильтрация, электролиз), электроразрядные методы обработки воды, магнитная обработка.</p> <p>Озонирование воды как эффективный метод очистки. Области применения метода, ограничения применения. Установка озонирования. Мембранная очистка. Виды мембран для очистки воды. Установки мембранной очистки. Ограничения применения метода. Достоинства и недостатки метода. Использование трековых мембран для стерилизации воды. Барометрическая очистка воды: обратный осмос, микрофильтрация, ультрафильтрация. Нанофильтрация. Области применения химической и физико-химической очистки сточных вод.</p> <p>Технологические схемы и установки нейтрализации. Реагентная нейтрализация. Взаимная нейтрализация, нейтрализация фильтрованием через нейтрализующие материалы, нейтрализация дымовыми газами.</p> <p>Окислительный метод очистки сточных вод. Области применения окислительного метода. Установки и технологические схемы хлорирования и озонирования. Сочетания с другими методами очистки сточной воды.</p> <p>Сорбционная очистка сточных вод. Области применения, достоинства и недостатки сорбционного метода очистки сточных вод. Классификация аппаратов для сорбционной очистки сточных вод. Примеры технологических схем и аппаратов сорбционной очистки. Флотация. Области применения метода.</p> <p>Способы флотационной обработки производственных сточных вод. Схемы флотационных установок.</p> <p>Вакуумные, напорные, эрлифтные флотационные установки. Электрофлотация. Биологическая и химическая флотация. Однокамерные и многокамерные</p>		

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. Часы	Инноваци онная форма
Семестр 5			
	<p>флотационные установки.</p> <p>Биологические способы очистки сточных вод. Принципы биологической очистки. Фазы биологической очистки. Задачи биологической очистки. Области применения. Оборудование для биологической очистки. Поля фильтрации, их устройство. Недостатки метода. Биофильтры. Устройство, принцип работы биофильтров.</p> <p>Типы биофильтров. Классификация биофильтров по степени очистки воды, способу подачи воздуха, режиму работы, технологической схеме (одно- и двухступенчатые), по режиму работы, по типу загрузочного материала. Примеры типовых биофильтров. Аэротенки. Принципиальная схема работы аэротенка. Технологические схемы очистки сточных вод в аэротенках. Виды аэротенков. Обязка аэротенка. Типы аэраторов. Типы циркуляционных насосов. Илоуплотнители.</p> <p>Термические способы очистки сточных вод. Области применения. Недостатки метода. Подготовка стока к процессу термического обезвреживания. Оборудование для термического обезвреживания сточных вод. Технологическая схема процесса.</p>		
4	<p><b>Технологии и оборудование защиты литосферы</b></p> <p>Основные принципы защиты литосферы. Концепция защиты литосферы. Принципы разработки технологий защиты литосферы. Комплексная переработка отходов, рециклинг и безопасное обращение с отходами – основа защиты литосферы. Физико-химические методы извлечения компонентов из отходов и технологии на их основе: кристаллизация, обогащение перерабатываемых материалов гравитационными методами, магнитными, электрическими, флотационными методами. Примеры. Рекуперация отходов основанная на физико-химических принципах. Этапы подготовки и переработки отходов. Механическая переработка. Дробление. Виды и схемы дробильных машин, мельницы измельчения отходов. Упаковка и уплотнение отходов. Уплотнители промышленных и бытовых отходов. Устройство полигонов ТБО и полигонов опасных отходов, правила их эксплуатации. Особенности хранения и захоронения различных видов отходов, применяемые технологии сбора и переработки. Технологии обезвреживания радиоактивных отходов. Особенности сбора, хранения и утилизации медицинских отходов особенности утилизации отходов</p>	10	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. Часы	Инновационная форма
Семестр 5			
	химической промышленности.		
5	<p><b>Защита окружающей среды от энергетических воздействий, механических и акустических колебаний, ионизирующих излучений, магнитных полей и тепловых загрязнений.</b></p> <p>Основные виды воздействий от которых требуется защита: ионизирующие излучения, электромагнитное загрязнение, тепловое загрязнение, виброакустическое загрязнение (ультразвук, и нфразвук, вибрация, шум).</p> <p>Основные методы защиты: защита расстоянием, , санитарно-организационные меры защиты, контрольно-надзорные методы защиты, информационные методы защиты, инженерно-технологические методы защиты, сипециальные методы защиты.</p>	6	ЛВ

#### 4.3 Занятия семинарского типа

##### 4.3.1 Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. Часы		Инновационная форма
		Всего	в том числе на практическую подготовку	
1	<p><b>Введение. Понятие об инженерных природоохранных технологиях</b></p> <p>Привязка технологической схемы защиты окружающей среды к технологической схеме основного производства</p>	4	4	научные доклады, презентации дискуссия
2	<p><b>Технологии и оборудование защиты атмосферы. Очистка пылевоздушных и газовых выбросов</b></p> <p>Принципиальная технологическая схема биотехнологического производства. Характер сбросов и выбросов предприятия. Точки контроля</p>	4	4	научные доклады, презентации дискуссия

2	<b>Технологии и оборудование защиты атмосферы. Очистка пылевоздушных и газовых выбросов</b> Принципиальная технологическая схема предприятия аполучения графена из биомассы борщевика Сосновского. Характер воздействия преддприятия на окружающую среду, точки контроля сбросов и выбросов.	4	4	научные доклады, презентации дискуссия
2	<b>Технологии и оборудование защиты атмосферы. Очистка пылевоздушных и газовых выбросов</b> Организация санитарно-защитных зон предприятия	4	4	научные доклады, презентации дискуссия
2	<b>Технологии и оборудование защиты атмосферы. Очистка пылевоздушных и газовых выбросов</b> Методы очистки газов в гравитационном поле. Оборудование для процесса очистки	4	4	научные доклады, презентации дискуссия
2	<b>Технологии и оборудование защиты атмосферы. Очистка пылевоздушных и газовых выбросов</b> «Мокрая» очистка газов. Оборудование для процесса, формирование технологических схем	4	4	научные доклады, презентации дискуссия
2	<b>Технологии и оборудование защиты атмосферы. Очистка пылевоздушных и газовых выбросов</b> Конденсационная обработка газовых выбросов. Технологическое оформление процесса. Примеры.	4	4	научные доклады, презентации дискуссия
2	<b>Технологии и оборудование защиты атмосферы. Очистка пылевоздушных и газовых выбросов</b> Процесс термического обезвреживания газовых выбросов.	4	4	научные доклады, презентации дискуссия

2	<b>Технологии и оборудование защиты атмосферы. Очистка пылевоздушных и газовых выбросов</b> Каталитическое обезвреживание газов	4	4	научные доклады, презентации, дискуссия
Семестр 6				
3	<b>Технологии и оборудование защиты гидросферы. Очистка и обезвреживание сточных вод.</b> Очистка сточных вод методом процеживания. Производства, требующие данного вида очистки стоков. Примеры технологических схем.	2	2	научные доклады, дискуссия
3	<b>Технологии и оборудование защиты гидросферы. Очистка и обезвреживание сточных вод.</b> Технологические схемы очистки стока с использованием песколовков. Примеры производств	2	2	научные доклады, дискуссия
3	<b>Технологии и оборудование защиты гидросферы. Очистка и обезвреживание сточных вод.</b> Производства, требующие наличия жируловителей в схеме очистки сточных вод. Примеры технологических схем	2	2	научные доклады, дискуссия
3	<b>Технологии и оборудование защиты гидросферы. Очистка и обезвреживание сточных вод.</b> Очистка сточных вод центрифугированием. Включение центрифуги в технологическую схему. Примеры производств и технологических схем	2	2	научные доклады, дискуссия
3	Мембранные процессы очистки воды. Технологические схемы водоочистки, включающие данных технологический узел	2	2	научные доклады, дискуссия

3	<b>Технологии и оборудование защиты гидросферы. Очистка и обезвреживание сточных вод.</b> Химические методы очистки воды. Технологические схемы нейтрализации сточных вод. Примеры производств с различными схемами нейтрализации стока.	1	1	научные доклады, дискуссия
3	<b>Технологии и оборудование защиты гидросферы. Очистка и обезвреживание сточных вод.</b> Окислительные методы очистки сточных вод. Производства, реализующие окислительный метод. Примеры технологических схем.	2	2	научные доклады, дискуссия
3	<b>Технологии и оборудование защиты гидросферы. Очистка и обезвреживание сточных вод.</b> Очистка сточных вод флотацией. Технологические схемы процесса очистки с включением флотационных установок	1	1	научные доклады, дискуссия
3	<b>Технологии и оборудование защиты гидросферы. Очистка и обезвреживание сточных вод.</b> Биологическая очистка сточных вод. Принципиальная схема процесса. Технологическая схема очистки стока с включением узла биологической очистки	2	2	научные доклады, дискуссия

#### 4.3.2. Лабораторные занятия

Учебным планом не предусмотрены.

### Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	<b>Введение. Понятие об инженерных природоохранных технологиях</b> Анализ технологической схемы производства, выявление точек появления отходов	8	
2	<b>Технологии и оборудование защиты атмосферы. Очистка пылевоздушных и газовых выбросов</b> Составить и описать технологическую схему получения кормового белка из углеводов. Охарактеризовать воздействие предприятия на окружающую среду	4	Научный доклад на семинаре
2	<b>Технологии и оборудование защиты атмосферы. Очистка пылевоздушных и газовых выбросов</b> Архитектурно-планировочные решения, направленные на защиту атмосферы	4	Научный доклад на семинаре
2	<b>Технологии и оборудование защиты атмосферы. Очистка пылевоздушных и газовых выбросов</b> Типы пылесадителей. Принцип работы	2	Научный доклад на семинаре
2	<b>Технологии и оборудование защиты атмосферы. Очистка пылевоздушных и газовых выбросов</b> Устройство и принцип работы газопромывателей	2	Научный доклад на семинаре
2	<b>Технологии и оборудование защиты атмосферы. Очистка пылевоздушных и газовых выбросов</b> Конструкции и принцип работы теплообменников-конденсаторов	4	Научный доклад на семинаре
2	<b>Технологии и оборудование защиты атмосферы. Очистка пылевоздушных и газовых выбросов</b> Устройство и типы факельных установок	2	Научный доклад на семинаре
2	<b>Технологии и оборудование защиты атмосферы. Очистка пылевоздушных и газовых выбросов</b> Рекуперация пылей. Примеры технологических решений	4	Научный доклад на семинаре
2	<b>Технологии и оборудование защиты атмосферы. Очистка пылевоздушных и газовых выбросов</b> Технологии возврата в производственный	4	Научный доклад на семинаре

	процесс отработанных растворителей. Примеры технологических схем		
Семестр 6 Научный доклад на семинаре			
3	<b>Технологии и оборудование защиты гидросферы. Очистка и обезвреживание сточных вод.</b> Устройство решеток. Выбор типа решетки для очистки стока конкретного предприятия	4	Научный доклад на семинаре
3	<b>Технологии и оборудование защиты гидросферы. Очистка и обезвреживание сточных вод.</b> Устройство и типы песколовок. Примеры технологическим схем с включением данного узла	4	Научный доклад на семинаре
3	<b>Технологии и оборудование защиты гидросферы. Очистка и обезвреживание сточных вод.</b> Устройство и принцип работы нефтеловушек. Примеры технологических схем с включением данного узла	6	Научный доклад на семинаре
3	<b>Технологии и оборудование защиты гидросферы. Очистка и обезвреживание сточных вод.</b> Использование зернистых фильтров, их типы и включение в технологические схемы очистки стока	6	Научный доклад на семинаре
3	<b>Технологии и оборудование защиты гидросферы. Очистка и обезвреживание сточных вод.</b> Виды мембран. Технологические схемы очистки стока с включением узла мембранной очистки	6	Научный доклад на семинаре
3	<b>Технологии и оборудование защиты гидросферы. Очистка и обезвреживание сточных вод.</b> Строение трековых мембран и их использование в очистке воды	3	Научный доклад на семинаре
3	<b>Технологии и оборудование защиты гидросферы. Очистка и обезвреживание сточных вод.</b> Процессы обратного осмоса, его организация, преимущества и недостатки метода, организация технологической схемы с включением узла обратного осмоса	4	Научный доклад на семинаре
3	<b>Технологии и оборудование защиты гидросферы. Очистка и обезвреживание сточных вод.</b> Аппараты для сорбционной очистки сточных вод	4	Научный доклад на семинаре

3	<b>Технологии и оборудование защиты гидросферы. Очистка и обезвреживание сточных вод.</b> Эрлифтные флотационные установки. Технологические схемы очистки стока с использованием эрлифтных флотационных установок. Примеры производств	4	Научный доклад на семинаре
3	<b>Технологии и оборудование защиты гидросферы. Очистка и обезвреживание сточных вод.</b> Устройство биофильтра, принцип его работы. Типы наполнителей для биофильтров	6	Научный доклад на семинаре
3	<b>Технологии и оборудование защиты гидросферы. Очистка и обезвреживание сточных вод.</b> Устройство аэротенка. Типы аэротенков. Технологические схемы очистки стока с включением аэротенков. Примеры производств	6	Научный доклад на семинаре

#### **Примерные темы научных докладов:**

1. Технологическая схема очистки пылегазового выброса на мукомольном предприятии
2. Технологическая схема очистки пылегазового выброса на предприятии производства нанокремнекислота из биомассы борщевика Сосновского
3. Технологическая схема очистки сточных вод производства динитронафталина
4. Технологическая схема очистки сточных вод производства детонационных наноалмазов
5. Технологическая схема очистки сточных вод пивоваренного производства
6. Технологическая схема очистки сточных вод мыловаренного производства
7. Схема устройства полигона по захоронению особо опасных отходов
8. Технология обезвреживания радиоактивных отходов методом стеклования
9. Технологии переработки High-tech мусора
10. Технологическая схема очистки сточных вод линии по производству стиффиновой кислоты

#### **Примерные темы курсовых проектов**

1. Проект станции комплексной очистки пылегазовых выбросов промышленного предприятия

Варианты заданий на курсовое проектирование содержат необходимую для выполнения задания информацию:

-объем пылегазового потока на выходе из технологического агрегата – 6000 куб м в час

-Перечень вредных веществ и их концентрация в газовом выбросе, г на м<sup>3</sup>:

Диоксид азота – 1.3

Оксид углерода – 0.01

Диоксид серы- 0.1

-дисперсный состав пыли -30-55 мкм

-содержание аэрозольных частиц в выбросе 25 мг на м<sup>3</sup>

-температура газового потока на выходе из промышленного агрегата – 150 С

-точка росы – 35 С

-предельно допустимая концентрация выброса вредных веществ в атмосферу

Диоксид азота – 0.01

Оксид углерода – 0.01

Диоксид серы-0.05

Время/режим работы агрегата 7/24

## 2. Проект станции комплексной очистки сточных вод

Варианты заданий на курсовое проектирование содержат необходимую для выполнения задания информацию:

-Среднесуточный расход сточных вод -400 м<sup>3</sup> в сутки

-Продолжительность образования и поступления сточных вод – 16 часов в сутки

-тип сточных вод – сточные воды мясокомбината

-параметры загрязнения стока:

--химическое потребление кислорода – 1600 г на м<sup>3</sup>

-биохимическое потребление кислорода – 900 г на м<sup>3</sup>

ионный состав сточных вод:

катионы калия и натрия – 40 мг на л

катионы кальция – 88 мг на л

Взвешенные вещества – 30 г на м<sup>3</sup>

катионы магния – 25 мг на л

Катионы железа – 10 мг на л

Анионы гидрокарбоната – 70 мг на л

Анионы сульфата – 80 мг на л

Анионы фосфата – 95 мг на л

температура сточных вод -16 С

рН сточных вод – 7.0

## 5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной

## **6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета, экзамена и защиты КП. Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций.

При сдаче зачета студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу – до 45 мин.

Пример варианта билета на зачете:

### **Вариант билета**

1. Принципиальная технологическая схема биологической очистки сточных вод
2. Пылеосадители. Типы. Принцип работы

При сдаче экзамена студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу – до 45 мин.

Пример варианта билета на экзамене:

### **Вариант билета**

1. Организация санитарно-защитных зон предприятия
2. Метод электрофильтрации для очистки газов. Области применения, достоинства и недостатки
3. Устройство и принцип работы нефтеловушки

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

## **7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины**

### **а) печатные издания:**

1. Яблокова, М.А. Оборудование для механической очистки сточных вод: Учебное пособие / М. А. Яблокова. - СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2011. - 91 с.

2. Ветошкин, А. Г. Инженерная защита водной среды: учебное пособие для вузов / А. Г. Ветошкин. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2014. - 416 с7.

3. Гогина, Е.С. Ресурсосберегающие технологии промышленного водоснабжения и водоотведения : [Справочное пособие] / Е. С. Гогина, А. Д. Гуринович, Е. А. Урецкий. - М. : Изд-во АСВ, 2012. - 312 с.:

4. Павлинова, И. И.. Водоснабжение и водоотведение. / И. И. Павлинова, В. И. Баженов, И. Г. Губий. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2013. - 472 с.

5. Другов, Ю. С. Анализ загрязненной воды : практическое руководство / Ю. С. Другов, А. А. Родин. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 678 с.

6. Общая биология и микробиология. / А. Ю. Просеков, Л. С. Солдатова, И. С. Разумникова, О. В. Козлова. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб. : Проспект науки, 2012. – 319 с

7. Далидович, В.В. Изучение процесса фильтрации: практикум / В. В. Далидович, Л. В. Григорьева; СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. технологии материалов и изделий сорбц. техники. - СПб.: [б. и.], 2016. - 36 с.

8. Далидович, В.В. Изучение процесса напорной флотации: практикум / В. В. Далидович, Л. В. Григорьева, Е.Д.Хрылова; СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. технологии материалов и изделий сорбц. техники. - СПб.: [б. и.], 2016. - 18 с.

9. Другов, Ю. С. Мониторинг органических загрязнений природной среды. 500 методик : практическое руководство / Ю. С. Другов, А. А. Родин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 893 с.

10. Антипов, М. А. Оценка качества подземных вод и методы их анализа : учебное пособие для вузов по направлению подготовки (специальностям) «Комплексное использование и охрана водных ресурсов» / М. А. Антипов, И. В. Заикина, Н. А. Безденежных. – СПб. : Проспект науки, 2013. – 134 с.

11. Общая биология и микробиология. / А. Ю. Просеков, Л. С. Солдатова, И. С. Разумникова, О. В. Козлова. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб. : Проспект науки, 2012. – 319 с.

12. Алексеев, Л. С. Контроль качества воды. / Л. С. Алексеев. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : ИНФРА-М, 2010. - 159 с.

13. Акинин, Н.И. Промышленная экология: принципы, подходы, технические решения/ Н. И. Акинин. - М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2010. - 292 с.  
20. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды : учебное пособие для вузов по спец / Я. П. Молчанова, Е. А. Заика, Э. И. Бабкина, В. А. Сурнин; ред. Т. В. Гусева. - М. : Форум ; М. : ИНФРА-М, 2011. - 190 с.

14. Зуева, С.Б. Экозащитные технологии систем водоотведения предприятий пищевой промышленности / С.Б. Зуева, С.С. Зарицына, В.И. Щербаков. - СПб.: Проспект Науки, 2012. – 327

#### **б) электронные учебные издания:**

1. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования химикотехнологических систем : Учебник для вузов по химико-технологическим направлениям подготовки и специальностям / И. М. Кузнецова, Х. Э. Харлампида, В. Г. Иванов, Э. В. Чиркунов ; Под редакцией Х. Э. Харлампида. - 3-е изд., стер. - СанктПетербург [и др.] : Лань, 2022. - 384 с. : ил. - ISBN 978-5-8114-9158-2 : // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 19.11.2021). - Режим доступа: по подписке

2. Сарилов, М. Ю. Теоретические основы расчета машин и аппаратов переработки нефти и газа : учебное пособие / М. Ю. Сарилов, К. Л. Рубцова. — Комсомольск-на-Амуре : КНАГУ, 2019. — 60 с. — ISBN 978-5-7765-1410-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/151713> (дата обращения: 21.04.2022). — Режим доступа: по подписке.

3. Расчет и конструирование элементов оборудования : учебное пособие / Е. А. Соловьев, Э. А. Петровский, О. А. Коленчуков, А. К. Данилов. — Красноярск : СФУ, 2019. — 186 с. — ISBN 978-5-7638-3933-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157556> (дата обращения: 21.04.2022). — Режим доступа: по подписке.

4. Кравцова, М. В. Технология переработки и утилизации отходов. Выполнение курсовой работы : учебно-методическое пособие / М. В. Кравцова, Т. П. Гущина. — Тольятти : ТГУ, 2023. — 67 с. — ISBN 978-5-8259-1312-4. — Текст : электронный // Лань :

электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/328652> (дата обращения: 22.08.2023). — Режим доступа: по подписке.

5. Оборудование для утилизации отходов пищевых производств : учебник для вузов / С. Т. Антипов, А. И. Ключников, В. А. Панфилов [и др.] ; Под редакцией академика Российской академии наук В. А. Панфилова. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 396 с. — ISBN 978-5-8114-7654-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/176839> (дата обращения: 22.08.2023). — Режим доступа: по подписке.

6. Корчевская, Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод : учебное пособие / Ю. В. Корчевская, А. А. Кадысева, А. А. Маджугина. — Омск : Омский ГАУ, [б. г.]. — Часть 2 : Очистка бытовых сточных вод — 2017. — 136 с. — ISBN 978-5-89764-613-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/102201> (дата обращения: 22.08.2023). — Режим доступа: по подписке.

7. Шлёкова, И. Ю. Сточные воды : состав, свойства, методы и схемы очистки : учебное пособие / И. Ю. Шлёкова, А. И. Кныш. — Омск : Омский ГАУ, 2020. — 93 с. — ISBN 978-5-89764-858-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/136160> (дата обращения: 22.08.2023). — Режим доступа: по подписке.

8. Кормина, Л. А. Технологии очистки газовых выбросов : учебное пособие / Л. А. Кормина, Ю. С. Лазуткина. — Барнаул : АлтГТУ, 2019. — 263 с. — ISBN 978-5-7568-1323-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/292835> (дата обращения: 22.08.2023). — Режим доступа: по подписке.

9. Власов, О. А. Технологии переработки твердых бытовых отходов : учебное пособие / О. А. Власов. — Красноярск : СФУ, 2019. — 244 с. — ISBN 978-5-7638-4183-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157744> (дата обращения: 22.08.2023). — Режим доступа: по подписке.

#### **8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:**

Учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>

«Электр.Нонный читальный зал – Библиоех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;  
«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

Scirus <http://www.scirus.com>

Scencedirect <http://www.sciencedirect.com>

PubMed, PubMedCentral, Biomedcentral <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>

<http://www.pubmedcentral.nih.gov> <http://www.biomedcentral.com>

CAS <http://www.cas.org> <http://www.chemport.org> <http://www.chemistry.org>

<http://www.pubs.acs.org>

CiteXplore <http://www.ebi.ac.uk/citexplore>

CSA <http://www.csa.com>

Сайты международных издательств научной литературы (ACS, RSC, J. Wiley IS, M. Dekker, Elsevier, Taylor & Francis Web site, CRC Press Web site).

**Электронный каталог на сайте Фундаментальной библиотеки СПбГТИ (ТУ):**

<http://www.opticsinfobase.org/>  
<http://www.oecd-ilibrary.org/>  
<http://www.rsc.org/chemicalscience.pdf>  
<http://journals.cambridge.org/>  
<http://www.nature.com/>  
<http://www.sciencemag.org/>  
<http://online.sagepub.com/>  
<http://e.lanbook.com/>

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Технологические процессы и оборудование для переработки отходов и очистки промышленных стоков» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТП СПб ГТИ 018-2002: КС УКДВ. Виды учебных занятий. Практические и семинарские занятия. Общие требования к организации и проведению;

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКВД. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов.

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. Порядок организации и проведения зачётов и экзаменов./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.06.2015. - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2015.- 45 с.

Общие требования к организации и проведению. Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы;

постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

### **10.2. Программное обеспечение.**

Microsoft Office (Microsoft Excel).

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

Сайт WDCM – World Data Center for Microorganisms <http://www.wfcc.info/ccinfo/>

Сайт Всероссийской коллекции микроорганизмов (ВКМ) <http://www.vkm.ru/rus/>

**11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.**

Для ведения лекционных и практических занятий, самостоятельной работы используется аудитория, оборудованная специализированной мебелью на необходимое количество посадочных мест, доской и средствами оргтехники (компьютеры с выходом в сеть «Интернет», экран, проектор).

**12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

Приложение № 1  
к рабочей программе дисциплины

**Фонд оценочных средств**  
**для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Технологические процессы и оборудование для переработки отходов и**  
**очистки промышленных стоков»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования**

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Содержание</b>	<b>Этап формирования</b>
ПК-8	Установление причин и последствий аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, подготовка предложений по предупреждению негативных последствий	промежуточный
ПК-9	Разработка и экологическое обоснование планов внедрения новой природоохранной техники и технологии в организации	промежуточный

## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий Оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«отлично» (высокий)	«хорошо» (средний)	«удовлетворительно» (пороговый)
ПК-8.3. Разрабатывает и предлагает новые технические средства и технологии, способные минимизировать воздействие действующего производственного объекта на окружающую среду, внедряет новые технологические решения по переработке образующихся на данном предприятии отходов и очистки промышленных стоков	<b>Знает:</b> понятие утилизации, уничтожения, захоронения, переработки отходов, биопереработку отходов, классификацию отходов, технологические приемы, схемы, оборудование по переработке и обезвреживанию производственных и коммунальных отходов <b>Умеет:</b> обосновывать метод, технологическую схему процесса и оборудование для переработки промышленных и коммунальных отходов, проводить контроль переработки отходов применительно к конкретному производству. <b>Владеет:</b> навыками организации процесса переработки отходов, методами биodeградации и биоконсервации, анализа загрязненности окружающей среды производственными и коммунальными отходами,	Правильные ответы на вопросы №1-9, 12-13, 15-21, 23, 26, 29, 36-38  Правильные ответы на вопросы № 14, 22, 25, 27, 30, 32, 34, 40  Правильные ответы на вопросы №10, 11, 24, 28, 31, 33, 35, 39, 41	<b>Уверенно перечисляет</b> научные основы и методы обезвреживания отходов, преимущества отдельных методов, знает номенклатуру оборудования для переработки отходов, схемы технологических процессов переработки отходов, <b>Может грамотно составить</b> технологическую схему для переработки конкретного вида отходов, способен оптимизировать контроль технологического процесса переработки отходов, <b>Способен организовать</b> переработку отходов на конкретном предприятии, проводить эффективный контроль процесса	<b>Перечисляет</b> основные методы обезвреживания отходов, знает основную номенклатуру оборудования для переработки отходов, основные схемы технологических процессов переработки отходов  <b>Способен</b> составить технологическую схему для обезвреживания и переработки конкретного вида отходов, указать точки контроля процесса переработки отходов  <b>Способен организовать</b> процесс переработки отходов конкретных производств на основе стандартных схем переработки отходов	<b>С помощью преподавателя перечисляет</b> отдельные методы обезвреживания отходов, вспоминает основные типы оборудования для переработки отходов  <b>С помощью преподавателя</b> может сформировать принципиальную схему переработки отдельных типов отходов, но затрудняется с выбором оборудования для ее комплектации  <b>С помощью преподавателя</b> способен организовать переработку некоторых видов отходов в рамках стандартных технологических схем

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий Оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«отлично» (высокий)	«хорошо» (средний)	«удовлетворительно» (пороговый)
<p><b>ПК-9.3.</b> Способен выбрать и обосновать выбор современного оборудования и предложить оптимальную технологическую схему процесса переработки отходов на конкретном предприятии</p>	<p><b>Знает:</b> современные технологические процессы и оборудование для переработки отходов и очистки промышленных стоков и обосновывать сделанный выбор</p> <p><b>Умеет</b> выбирать современные технологические процессы и оборудование для переработки отходов и очистки промышленных стоков и обосновывать сделанный выбор</p> <p><b>Владеет</b> алгоритмом выбора технологического процесса и оборудование для переработки отходов и очистки промышленных стоков</p>	<p>Правильные ответы на вопросы № 42-43,48-51, 53,55, 60-66</p> <p>Правильные ответы на вопросы № 44, 46,47, 52,54, 59</p> <p>Правильные ответы на вопросы № 45, 57, 58</p>	<p><b>Знает</b> современную линейку технологического оборудования для переработки отходов и очистки производственных стоков, его устройство и принципы работы</p> <p><b>Свободно выбирает</b> наиболее эффективные технологические процессы и оборудование для переработки отходов и очистки производственных стоков конкретного предприятия.</p> <p><b>Свободно описывает</b> алгоритм выбора метода формирования технологической схемы переработки отходов данного типа и выбор оборудования для переработки отходов и очистки стоков для конкретного производства</p>	<p><b>Знает</b> современную линейку технологического оборудования для переработки отходов и очистки промышленных стоков, его устройство</p> <p><b>Способен выбрать</b> достаточно эффективный процесс и оборудование для переработки отходов и очистки производственных стоков конкретного предприятия.</p> <p><b>Владеет навыками</b> формирования технологической схемы переработки отходов и очистки стоков конкретного предприятия и способен выбрать производственное оборудование для предлагаемого процесса</p>	<p><b>С помощью преподавателя</b> перечисляет основные аппараты, используемые для переработки отходов и очистки производственных стоков</p> <p><b>С помощью преподавателя</b> способен выбрать технологический процесс для переработки некоторых типов отходов</p> <p><b>С помощью преподавателя</b> способен сформировать базовую технологическую схему переработки отходов и очистки стока конкретного производства при этом затрудняется с выбором технологического оборудования</p>

**3 Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации  
Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента  
по компетенции ПК-8**

1. Понятие технологического процесса.
2. Технологическая схема производства, принципы ее составления.
3. Организация санитарно-защитных зон предприятия
4. . Методы очистки газов от аэрозолей. Осаждение в гравитационном поле.
5. Осаждение в инерционном поле
6. Осаждение в центробежном поле
7. Фильтрация аэрозолей
8. Осаждение в электрическом поле.
9. Каталитическое обезвреживание газов
10. Создание санитарно-защитных зон водоемов.
11. Организация оборотного водоснабжения на предприятиях.
12. Процесс механической очистки сточных вод.
13. Коагуляция как метод очистки сточных вод
14. Нейтрализация сточных вод как элемент очистки, технологические схемы процесса
15. Экстракция как метод очистки сточных вод
16. ионообменная очистка сточных вод
17. Окислительный метод очистки сточных вод. Области применения окислительного метода
18. Сорбционная очистка сточных вод. Области применения, достоинства и недостатки сорбционного метода очистки сточных вод
19. Флотация. Области применения метода
20. Биологическая и химическая флотация
21. . Оборудование для биологической очистки.
22. Поля фильтрации, их устройство. Недостатки метода
23. Термические способы очистки сточных вод. Области применения. Недостатки метода.
24. Подготовка стока к процессу термического обезвреживания

25. Принципы разработки технологий защиты литосферы.
26. Физико-химические методы извлечения компонентов из отходов и технологии на их основе
27. Рекуперация отходов основанная на физико-химических принципах.
28. Этапы подготовки и переработки отходов.
29. Механическая переработка отходов.
30. Устройство полигонов ТБО и полигонов опасных отходов, правила их эксплуатации
31. Особенности хранения и захоронения различных видов отходов, применяемые технологии сбора и переработки
32. Технологии обезвреживания радиоактивных отходов
33. . Особенности сбора, хранения и утилизации медицинских отходов
34. особенности утилизации отходов химической промышленности
35. Энергетические воздействия и принципы защиты от них
36. Современные технологии переработки отходов
37. Современные технологии переработки автомобильных покрышек
38. Технологии переработки упаковочного полиэтилена
39. Методы интенсификации биодеструкции полимеров
40. Использование ультрафиолетового излучения в технологиях обезвреживания отходов
41. Технологические линии сортировки бытовых отходов

**Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-9**

42. Технологии переработки High-tech мусора
43. Аппараты «мокрой» очистки газов
44. Возврат растворителей в технологический цикл.
45. Установки термообезвреживания газовых выбросов
46. Обработка сточной воды в поле центробежных сил.
47. Физико-химические методы очистки сточных вод; флотация
48. Озонирование воды. Установка озонирования

49. Мембранные процессы очистки воды и оборудование для проведения процесса
50. Нанофильтрация. Использование трековых мембран в обработке воды
51. Установки и технологические схемы хлорирования и озонирования
52. Классификация аппаратов для сорбционной очистки сточных вод.
53. Примеры технологических схем и аппаратов сорбционной очистки
54. Способы флотационной обработки производственных сточных вод.
55. Схемы флотационных установок
56. Биологическая очистка сточных вод. Принципы биологической очистки.
57. Фазы биологической очистки.
58. Задачи биологической очистки.
59. Области применения биологической очистки
60. Биофильтры. Устройство, принцип работы биофильтров
61. Типы биофильтров. Классификация биофильтров
62. Аэротенки. Принципиальная схема работы аэротенка
63. Технологические схемы очистки сточных вод в аэротенках.
64. Виды аэротенков.
65. Обязка аэротенка
66. Дробление. Виды и схемы дробильных машин, мельницы измельчения отходов.

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче экзамена студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в виде зачета, экзамена, защиты КП.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

### **1. Методические материалы для определения процедур оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.