

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.09**

Технология защиты окружающей среды

Учебный план: ФГОС3++b180302-1\_21-14.plx

Кафедра: **31** Охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов

Направление подготовки:  
 (специальность) 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль подготовки:  
 (специализация) Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся			Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия				
7	УП	51	34	51	80	36	7	Экзамен, Курсовой проект
	РПД	51	34	51	80	36	7	
Итого	УП	51	34	51	80	36	7	
	РПД	51	34	51	80	36	7	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07.08.2020 г. № 923

Составитель (и):

Кандидат технических наук, заведующий кафедрой

Кандидат химических наук, директор института

Кандидат химических наук, доцент

старший преподаватель

Кандидат технических наук, доцент

старший преподаватель

Шанова О.А.

Лоренцсон А.В.

Морева Ю.Л.

Васильева Е.А.

Антонов И.В.

Александрова Т.А.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов

Шанова О.А.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Шанова О.А.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области освоения студентами основ профессиональной деятельности при выборе и обоснования технологических решений в области энерго- и ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии, биотехнологии и других отраслях.

### 1.2 Задачи дисциплины:

- ознакомление студентов с современным оборудованием, технологическими схемами и решениями по очистке и обезвреживанию выбросов в атмосферу, сточных вод, переработке отходов;
- получение студентами необходимых представлений об эксплуатации и управлении сооружениями и системами по очистке и обезвреживанию выбросов в атмосферу, сточных вод;
- изучение практических вопросов по выбору и обоснованию научно-технических и организационных решений, направленных на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Процессы и аппараты химической технологии

Теоретические основы очистки и обезвреживания выбросов и сбросов

Промышленная экология

Производственная природоохранная деятельность и экологический менеджмент

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### ПК-1: Способен к реализации мероприятий по ресурсо- и энергосбережению процессов охраны окружающей среды, обеспечению работы природоохранных сооружений

**Знать:** основы расчета сооружений очистки выбросов, сточных вод и установок утилизации отходов.

**Уметь:** оценивать соответствие режима работы сооружений очистки выбросов, сточных вод и установок утилизации отходов требованиям природоохранного законодательства Российской Федерации и эксплуатационной документации.

**Владеть:** навыками анализа соответствия качества очистки выбросов, сточных вод и обработки отходов нормам, выявление нарушения правил эксплуатации систем и сооружений.

### ПК-4: Способен к выбору ресурсов и разработке технологических процессов и операций в области очистки выбросов, сточных вод, обращения с отходами

**Знать:** основные технологические средства и технологии, направленные на снижение антропогенного воздействия на окружающую среду; основные принципы выбора и обоснования технологических схем.

**Уметь:** производить выбор и технико-экономическую оценку технологических решений по очистке и обезвреживанию выбросов в атмосферу, сточных вод, переработки отходов.

**Владеть:** методиками анализа и расчета аппаратов и сооружений; методами постановки и решения задач по определению технологических и экономических показателей работы установок и сооружений.

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа			СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)	Лаб. (часы)			
Раздел 1. Технология очистки газопылевых выбросов							
Тема 1. Технология пылеулавливания. Технология пылеулавливания. Области применения. Стадии технологии пылеулавливания. Сухая механическая очистка газов. Мокрая механическая очистка газов. Фильтрационная и электрическая очистка газов. Технология пыле- и золоулавливания при химической переработке древесины, при производстве минеральных удобрений, при производстве БВК, в нефтехимии, в топливной энергетике при использовании традиционных и альтернативных видов топлив. Энергосбережение в технологии пылеулавливания. Основные виды пылеулавливающих аппаратов (ПА), их классификация. Циклоны, тканевые фильтры, скрубберы Вентури, полые газопромыватели, электрофильтры. Принципы работы. Область и особенности применения. Конструктивные особенности. Основы выбора и расчета. Исходные данные для расчета ПА. Критерии, используемые при выборе ПА. Основы расчета ПА. Практическое занятие 1. Выбор и расчет циклонов. Практическое занятие 2. Выбор и расчет пылеуловителей. Лабораторное занятие 1. Сухое инерционное и фильтрационное пылеулавливание аэрозолей при различных режимах работы аппаратов. Лабораторное занятие 2. Изучение факторов, влияющих на эффективность газоочистных аппаратов. Лабораторное занятие 3. Техника отбора проб аэрозольных и парогазовых выбросов при контроле работы газоочистных установок.	7	10	7	13	10	Л	

<p>Тема 2. Технология очистки газовых выбросов.</p> <p>Технология очистки и обезвреживания газообразных примесей из источников выбросов. Области применения абсорбционного, адсорбционного, термokatалитического методов очистки выбросов. Выбор и обоснование методов очистки и технологических схем.</p> <p>Разомкнутые и замкнутые схемы абсорбционной очистки. Схема абсорбционной установки с применением в качестве абсорбента технологических растворов (санитарная схема очистки). Схема абсорбционной установки с применением в качестве абсорбентаготавливаемых растворов. Схема абсорбционной установки с регенерацией абсорбента. Абсорберы. Классификация, характеристики и область применения. Принципы работы абсорберов. Конструктивные особенности.</p> <p>Поверхностные, барботажные и распыливающие абсорберы. Исходные данные для расчета абсорбера. Основы выбора и расчета абсорберов.</p> <p>Схема адсорбционной установки с рекуперацией уловленных веществ. Схема адсорбционной установки с обезвреживанием уловленных веществ.</p> <p>Адсорберы. Классификация, характеристики и область применения. Принципы работы адсорберов.</p> <p>Вертикальный, кольцевой, полочный адсорберы. Конструктивные особенности. Исходные данные для расчета адсорбера. Основы выбора и расчета адсорберов.</p> <p>Схемы установок каталитического обезвреживания выбросов.</p> <p>Термическое обезвреживание выбросов. Реакторы каталитического дожигания. Классификация, характеристики и область применения. Принципы работы реакторов. Конструктивные особенности. Исходные данные для расчета реакторов. Основы выбора и расчета реакторов.</p> <p>Термическое дожигание выбросов. Основы метода. Общий вид печей для сжигания выбросов. Особенности конструкций печей при обезвреживании выбросов. Область применения метода. Исходные данные для проектирования, основы расчета.</p> <p>Технология очистки и обезвреживания выбросов от газообразных загрязняющих веществ (SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, органических веществ, в т.ч. диоксинов) по отраслям и производствам по направлению подготовки. Технологии совместной очистки выбросов от SO<sub>2</sub> и NO<sub>x</sub>.</p> <p>Энергосбережение в технологиях абсорбционной, адсорбционной, термokatалитической очистки.</p> <p>Практическое занятие 3. Выбор и расчет абсорберов.</p> <p>Практическое занятие 4. Выбор и расчет адсорберов.</p> <p>Практическое занятие 5. Расчет</p>	10	10	12	10		
--	----	----	----	----	--	--



Раздел 2. Технология очистки сточных вод						
<p>Тема 3. Технология механической очистки сточных вод.</p> <p>Общая характеристика методов механической очистки сточных вод, области применения. Теоретическое обоснование основных расчетных параметров сооружений механической очистки</p> <p>Области применения технологии отстаивания в очистке сточных и природных вод. Виды отстойных сооружений: песколовки и отстойники.</p> <p>Типы песколовок, конструктивные особенности, рабочие характеристики, принцип расчета.</p> <p>Типы отстойников, конструктивные особенности, рабочие характеристики, принцип расчета.</p> <p>Способы интенсификации работы отстойных сооружений. Обоснование решений по интенсификации.</p> <p>Виды фильтрования. Процессы, лежащие в основе механической очистки фильтрованием, их особенность.</p> <p>Основные виды оборудования: решетки, сетчатые фильтры, сита, фильтры с намывным слоем. Области применения и принцип выбора оборудования для решения конкретных задач. Факторы, определяющие эффективность работы оборудования и пути ее повышения.</p> <p>Фильтрование через загрузки. Разновидности фильтрующих материалов, их основные характеристики и свойства. Основные параметры работы фильтров с загрузкой. Классификация фильтров по скорости фильтрации, крупности загрузки, расположению слоев фильтрующих материалов в загрузке, направлению движению воды, режиму регенерации загрузки, по грязеемкости. Схемы фильтровальных установок при периодической и непрерывной регенерации загрузки. Принципы расчета фильтров с загрузкой.</p> <p>Практическое занятие 6. Расчет фильтров с зернистой загрузкой.</p> <p>Практическое занятие 7. Расчет нефтеловушки.</p> <p>Практическое занятие 8. Расчет решеток.</p> <p>Практическое занятие 9. Расчет песколовок.</p>	5	8		14		О,Л

<p>Тема 4. Технология физико-химической очистки сточных вод.</p> <p>Общая характеристика и области применения методов физико-химической очистки сточных вод.</p> <p>Современные представления о процессах, лежащих в основе флотационной очистки с применением различных способов насыщения воды пузырями газов. Способы флотационной обработки сточных вод. Импульсная флотация, пенная флотация, напорная и вакуумная флотация, пенная сепарация. Области использования этих способов. Схемы флотационных установок, их аппаратное оформление, режимы работы.</p> <p>Напорная флотация. Особенности процесса. Влияние различных технологических факторов на процесс флотации. интенсификация процесса очистки воды этим методом.</p> <p>Принципиальная схема очистки сточных вод коагулированием и оборудование (смесители, камеры хлопьеобразование) для этих технологических процессов. Оборудование реагентных хозяйств. Дозаторы.</p> <p>Принципиальные технологические схемы очистки сточных вод методом адсорбции. Регенерация адсорбентов. Материальный баланс процесса адсорбции.</p> <p>Адсорбционные установки со стационарным, движущимся и псевдооживленным слоем сорбента. Принцип расчета аппаратов.</p> <p>Материальный баланс ионнообменного процесса. Ионитовые установки. Конструктивные особенности прямоточных и противоточных фильтров, фильтров смешанного действия и непрерывно действующих установок.</p> <p>Технологические схемы ионнообменной очистки сточных вод и особенности их расчета и компоновки.</p> <p>Практическое занятие 10. Расчет ионнообменных установок и цикла регенерации.</p>		5	2		10		
---	--	---	---	--	----	--	--



<p>Тема 5. Технология химической очистки сточных вод.</p> <p>Технология химической очистки производственных сточных вод. Взаимная нейтрализация кислых и щелочных стоков, Фильтрация через нейтрализующие материалы. Реагентная нейтрализация кислых и щелочных стоков. Нейтрализация сточных вод кислыми дымовыми газами. Теоретическое обоснование основных расчетных параметров установок и сооружений. Устройство и принципы расчета отдельных сооружений.</p> <p>Окислительные методы. Метод «мокрого» сжигания. Аэрация, озонирование. Озонирование, механизм действия озона. Использование современных методов смешения озono-воздушной смеси со сточной водой. Окисление хлором и его соединениями. Окисление пероксидом водорода. Электрохимическое окисление. Процессы электрокоагуляционной очистки сточных вод. Принцип расчета электрокоагуляторов.</p> <p>Восстановительные методы. Восстановление пероксидом водорода, гидросульфитом натрия, диоксидом серы. Удаление ионов тяжелых металлов в виде сульфидов, карбонатов, гидроксидкарбонатов и гидроксидов. Схема реагентной очистки производственных сточных вод от тяжелых металлов.</p> <p>Лабораторное занятие 5. Нейтрализационная очистка сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов.</p> <p>Лабораторное занятие 6. Реагентная очистка сточных вод, содержащих ионы шестивалентного хрома.</p> <p>Лабораторное занятие 7. Особенности определения концентрации тяжелых металлов в воде, определение концентрации железа, меди.</p> <p>Лабораторное занятие 8. Очистка воды от нефтепродуктов.</p> <p>Лабораторное занятие 9. Особенности определения концентрации тяжелых металлов в воде, определение концентрации хрома (VI).</p> <p>Лабораторное занятие 10. Определение электропроводности сточной воды.</p> <p>Лабораторное занятие 11. Определение суммарной концентрации органических веществ в воде, ХПК.</p>		5		23	7		
---	--	---	--	----	---	--	--

<p>Тема 6. Технология биологической очистки сточных вод.  Общая характеристика и области применения технологии биологических методов очистки сточных вод. Технология очистки сточных вод в аэротенках. Классификация аэротенков по гидродинамическому режиму и нагрузке на активный ил. Управление основными технологическими параметрами работы аэротенков.  Технология биологического удаления биогенных элементов. Принципы и схемы биологической денитрификации. Технология дефосфотации сточных вод. Схемы совместной очистки сточных вод от органических веществ, азота и фосфора. Технология очистки сточных вод в сооружениях с иммобилизованными микроорганизмами. Биофильтры, биодиски и поля фильтрации.  Классификация биофильтров и их технологические параметры. Принципиальные схемы очистки сточных вод с использованием биофильтров. Системы орошения и вентиляции биофильтров. Принципы расчета.  Практическое занятие 11. Расчет биофильтра.  Лабораторное занятие 12. Определение седиментационных характеристик активного ила и модельной суспензии.</p>		5	3	3	7		
Раздел 3. Технология обработки отходов							3,0

<p>Тема 7. Технология обработки осадков сточных вод.  Теоретические основы и характеристики осадков. Классификация и свойства осадков. Принципиальные схемы переработки осадков.  Уплотнение осадков. Общие положения. Гравитационные уплотнители. Флотационные илоуплотнители. Области применения. Технологические схемы, устройство и принципы расчета.  Стабилизация осадков. Общие положения. Септики. Двухъярусные отстойники. Осветлители-перегиватели. Метанценки. Аэробные стабилизаторы. Технологические схемы, устройство аппаратов, области применения и принципы расчета.  Кондиционирование осадков. Общие положения. Сооружения промывки осадков. Основные технологические схемы и расчеты. Реагентное хозяйство. Установки тепловой обработки. Особенности расчета. Размораживание и оттаивание осадков. Принцип расчета льдогенератора криогенной установки.  Обезвоживание осадков. Классификация. Общие положения. Вакуум-фильтры. Фильтр-прессы. Центрифуги. Барабанные сушилки. Иловые площадки. Технологические схемы, устройство аппаратов, области применения и принципы расчета.  Деструкция осадков сточных вод. Общие положения. Принцип расчета печи «кипящего слоя». Термическая сушка и сжигание осадков. Технологические схемы. Утилизация осадков.  Практическое задание 12. Расчет метантенка.</p>		6	4		10		
<p>Тема 8. Технология утилизации и обезвреживания отходов с целью получения ВМР и ВЭР.  Утилизация и обезвреживание отходов. Подготовка отходов к утилизации или обезвреживанию. Технологии обращения с промышленными отходами (на примере золошлаковых материалов, крупнотоннажных отходов химической технологии, нефтешламов, отработанных смазочных материалов, сорбентов, катализаторов, отходов ЛКМ, СМС, растительных отходов и т.д.) и отходами потребления (ТБО, ТКО, РСО, ЛС и т.д.), Общая характеристика применяемого оборудования, принципы его работы, особенности конструкций. Исходные данные для проектирования и алгоритмы расчетов.</p>		5			12		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		51	34	51	80		

Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен, Курсовой проект)		2,5	33,5		
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		138,5	113,5		

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

**4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта):** Закрепить знания студентов при выборе и обоснования технологических решений в области энерго- и ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии, биотехнологии и других отраслях с учетом современных экологических и технологических требований.

**4.2 Тематика курсовой работы (проекта):** Может определяться возможными видами трудовой деятельности и практическими интересами студента при освоении дисциплины.

Темы курсового проекта:

Технология стабилизации осадков сооружений биологической очистки сточных вод при помощи метантенков;

Технология биологической очистки сточных вод методом нитро-и денитрификации;

Технология адсорбционной очистки сточных вод;

Технология очистки воды методом ионного обмена;

Технология очистки воды от ПАВ озонированием;

Технология очистки воды от тяжелых металлов методом электрокоагуляции;

Технология очистки воды от нефтепродуктов;

Технология регенерации отработанных смазочных материалов;

Технология утилизации гальванических отходов;

Технология обезвреживания РСО;

Технология утилизации золошлаковых материалов;

Технология утилизации отходов производства серной кислоты;

Технология утилизации отходов производства фосфорной кислоты.

#### 4.3 Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы (проекта):

Выполняется индивидуально по одному из возможных вариантов. Материал готовится с использованием научно-технической литературы, нормативно-правовой документации с соблюдением авторских прав при использовании инновационных решений при обосновании технических решений.

Результаты представляются в виде графического материала и пояснительной записки, которая должна быть выполнена в соответствии с методическими указаниями "Технология защиты окружающей среды.: методические указания по выполнению курсового проекта / сост. Ю.Л. Морева, Е.А. Васильева, О.А. Шанова ", содержащей следующие обязательные элементы:

- Характеристика источника образования выбросов, сбросов, отходов;
- Выбор и обоснование технологии на основе НДТ (ИТС), ИСО, ВАР (BREF)
- Область применения данной технологии очистки, ее достоинства и недостатки;
- Сбор и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике курсового проекта;
- Материальные или энергетические расчеты предлагаемой технологии
- Расчет технологической установки или отдельной стадии технологического процесса по тематике курсового проекта.

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-1	Демонстрирует знание основ расчета сооружений очистки выбросов, сточных вод и установок утилизации отходов. Способен оценивать соответствие режима работы сооружений очистки выбросов, сточных вод и установок утилизации отходов требованиям природоохранного законодательства Российской Федерации и эксплуатационной документации. Демонстрирует навыки анализа соответствия качества очистки выбросов, сточных вод и обработки отходов нормам.	1. Вопросы устного собеседования 2. Практико-ориентированные задания 3. Курсовой проект
ПК-4	Демонстрирует знание основных технологических средств и технологий, направленных на снижение антропогенного воздействия на окружающую среду; основных принципов выбора и обоснования технологических схем. Способен производить выбор и технико-экономическую оценку	1. Вопросы устного собеседования 2. Практико-ориентированные задания 3. Курсовой проект

	технологических решений по очистке и обезвреживанию выбросов в атмосферу, сточных вод, переработки отходов. Способен пользоваться методиками анализа и расчета аппаратов и сооружений; методами постановки и решения задач по определению технологических и экономических показателей работы установок и сооружений.	
--	---	--

### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Обучающийся дает полный, исчерпывающий ответ, показывающий всестороннее и глубокое знание основных закономерностей в области изучаемой тематики. Творческий подход и применение эрудиции в изложении учебного материала.	Курсовой проект. Полное и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной самостоятельной работе с источниками. Качество исполнения всех элементов работы соответствует требованиям, содержание полностью соответствует заданию. Даны исчерпывающие выводы и полные ответы на поставленные вопросы. Работа представлена к защите в требуемые сроки
4 (хорошо)	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний закономерностей в области изучаемой тематики, ориентируется в основных понятиях и определениях; усвоил основную литературу; допускает незначительные ошибки при ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы преподавателя.	Курсовой проект выполнен в соответствии с заданием. Имеются отдельные несущественные ошибки в работе или в ответах на поставленные при защите вопросы, могут иметь место отступления от правил оформления работы или нарушены сроки предоставления работы к защите
3 (удовлетворительно)	Обучающийся показывает знания учебного материала в минимальном объеме, без углубления в изучаемый материал; знаком с основной литературой; допускает существенные ошибки в ответе на экзамене.	Задание курсового проекта выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах, качество представления работы низкое, либо работа представлена с опозданием.
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не понимает поставленных вопросов; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека.	Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания курсового проекта, либо многочисленные грубые ошибки в работе, грубое нарушение правил оформления или сроков представления работы. Представление чужой работы, плагиат, либо отказ от представления работы

### 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

#### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 7	
1	Техника пылеулавливания. Этапы пылеулавливания. Методы пылеулавливания.
2	Технические показатели пылеулавливающих установок.
3	Циклоны. Цилиндрические и конические циклоны. Расчет степени очистки и гидравлического сопротивления.
4	Характеристика циклонов НИИОГАЗ. Групповые циклоны. Батарейные циклоны.
5	Классификация аппаратов ММО. Скрубберы Вентури. Основы расчета.
6	Очистка вентвыбросов в аппаратах ударно-инерционного действия (скруббер ПВМ). Основы расчета.
7	Фильтры рукавные. Конструкция рукавов. Фильтровальные ткани. Скорость фильтрации.

8	Способы регенерации рукавных фильтров. Фильтр рукавный с импульсной регенерацией, характеристики.
9	Электрические методы очистки. Выбор и расчет электрофильтров.
10	Пылеулавливание в процессах деревообработки.
11	Золоулавливание. Сухие и мокрые золоуловители.
12	Очистка дымовых газов СРКА.
13	Пылеулавливание из дымовых газов ИРП.
14	Классификация процессов и способов пылеулавливания.
15	Классификация и области применения аппаратов сухой механической очистки (СМО).
16	Классификация и области применения аппаратов мокрой механической очистки (ММО).
17	Классификация и области применения фильтров.
18	Классификация и области применения электрофильтров.
19	Циклоны одиночные, групповые, батарейные. Конструктивные особенности. Выбор и расчет.
20	Скрубберы для пылеулавливания. Конструктивные особенности. Выбор и расчет.
21	Фильтры тканевые. Конструктивные особенности. Оценка эффективности фильтров. Их регенерация.
22	Разомкнутая схема абсорбционной установки с применением в качестве абсорбента технологических растворов (санитарная схема очистки).
23	Разомкнутая схема абсорбционной установки с применением в качестве абсорбента приготавливаемых растворов.
24	Замкнутая схема абсорбционной установки с применением в качестве абсорбента приготавливаемых растворов (схема с рекуперацией).
25	Схема адсорбционной установки с рекуперацией (утилизацией) уловленных веществ (4-х, 3-х и 2-х фазный цикл).
26	Схема адсорбционной установки с обезвреживанием уловленных веществ.
27	Схема установки обезвреживания низкоконцентрированных выбросов.
28	Схема установки обезвреживания высококонцентрированных выбросов.
29	Адсорбционно-каталитический метод очистки выбросов.
30	Очистка выбросов, содержащих NOx.
31	Очистка выбросов, содержащих SO2.
32	Очистка выбросов, содержащих H2S.
33	Технология современной очистки выбросов от NOx и SO2.
34	Совершенствование методов газоочистки.
35	Классификация аппаратов абсорбционной очистки газов.
36	Классификация аппаратов адсорбционной очистки газов.
37	Классификация аппаратов адсорбционно-каталитической и каталитической очистки и обезвреживания газов.
38	Абсорберы с неподвижной насадкой. Конструктивные особенности. Выбор и расчет.
39	Абсорберы с взвешенной насадкой. Конструктивные особенности. Выбор и расчет.
40	Барботажные абсорберы. Конструктивные особенности. Выбор и расчет.
41	Адсорбер вертикальный. Конструктивные особенности. Выбор и расчет.
42	Адсорбер кольцевой. Конструктивные особенности. Выбор и расчет.
43	Термокаталитические реакторы. Конструктивные особенности. Выбор и расчет.
44	Общая характеристика методов механической очистки сточных вод (СВ). Их классификация и области применения.
45	Отстаивание взвеси в неподвижной жидкости. Гидравлическая крупность частиц.
46	Отстаивание взвеси в потоке жидкости. Области применения отстаивания, пути интенсификации процесса отстаивания.
47	Песколовки. Типы песколовков и принцип их работы.
48	Горизонтальные отстойники. Устройство, принцип работы и расчета.
49	Радиальные отстойники. Устройство, принцип работы и расчета.
50	Вертикальные отстойники. Устройство, принцип работы и расчета.
51	Фильтрование. Общая характеристика метода, области применения. Классификация фильтров.
52	Сетчатые фильтры, сита и решетки. Устройство и принцип их работы.
53	Фильтры с зернистой загрузкой. Классификация, устройство, принципы работы и расчета.
54	Понятие грязеемкости фильтрующей загрузки. Классификация и виды загрузок.
55	Устройство реагентного хозяйства. Дозаторы.
56	Смешение реагентов со сточными водами. Типы и устройство смесителей.

57	Выбор оптимальных условий проведения процесса коагуляции.
58	Камеры хлопьеобразования, их устройство и принцип работы.
59	Выбор оптимальных условий флокуляционной очистки воды.
60	Принципиальная схема коагуляционной очистки воды. Компоновка технологической схемы.
61	Установки для озонирования воды. Технологические параметры процесса и способы их регулирования.
62	Характеристика способов смешения озono-воздушной смеси со сточными водами. Устройство контактных камер. Принципы расчета.
63	Классификация способов флотации. Установка для напорной флотации. Устройство и принцип расчета.
64	Очистка сточных вод от фосфора и азота с применением флотации.
65	Адсорбционные установки для очистки воды. Критерии выбора адсорбентов.
66	Конструкции адсорбционных аппаратов для очистки воды.
67	Принцип расчета ионообменных установок. Принципы управления процессом.
68	Технологические решения при глубокой доочистке сточных вод с использованием адсорбционно-ионообменных установок.
69	Электрокоагуляционные установки в технологии очистки воды. Их устройство и принципы расчета.
70	Нейтрализация щелочных сточных вод кислыми дымовыми газами.
71	Окислительные методы очистки сточных вод. Виды применяемых окислителей. Области применения. Окисление кислородом воздуха.
72	Очистка сточных вод методом окисления кислородсодержащими реагентами (озоном, пероксидом водорода). Технологические схемы.
73	Восстановительные методы обезвреживания сточных вод. Виды применяемых восстановителей.
74	Удаление ионов тяжелых металлов в виде сульфидов, карбонатов, гидроксидов и гидроксидкарбонатов.
75	Схема реагентной очистки производственных сточных вод от тяжелых металлов.
76	Реагентная нейтрализация сточных вод. Применяемые реагенты. Реакции.
77	Нейтрализация кислых сточных вод фильтрацией через нейтрализующую загрузку. Области применения. Устройство и принцип расчета.
78	Особенности нейтрализации сточных вод, содержащих серную и сернистые кислоты. Рециркуляция осадка.
79	Общая характеристика методов биологической очистки. Стадии развития активного ила в аэротенке. Основные параметры работы аэротенка.
80	Классификация аэротенков по нагрузке. Управление нагрузкой на активный ил.
81	Расчет объема аэротенка-смесителя.
82	Классификация аэротенков по гидродинамическому режиму. Схемы очистки сточных вод с использованием аэротенков.
83	Удаление азота из сточных вод. Технологические схемы. Принцип расчета.
84	Удаление фосфора из сточных вод. Технологические решения.
85	Биофильтры. Классификация, конструкции, принцип действия.
86	Технологические схемы очистки сточных вод с использованием биофильтров.
87	Очистка воды в биопрудах и на полях фильтрации.
88	Стабилизация осадков. Общие положения. Септики. Метантенки. Аэробные стабилизаторы. Технологические схемы, устройство аппаратов, области применения и принципы расчета.
89	Уплотнение осадков. Гравитационные уплотнители. Флотационные илоуплотнители. Технологические схемы, устройство и принципы расчета.
90	Кондиционирование осадков. Общие положения. Сооружения промывки осадков. Основные технологические схемы и расчеты.
91	Обезвоживание осадков. Вакуум-фильтры. Фильтр-прессы. Центрифуги. Барабанные сушилки. Иловые площадки. Технологические схемы, устройство аппаратов, области применения и принципы расчета.
92	Деструкция осадков сточных вод. Принцип расчета печи «кипящего слоя». Термическая сушка и сжигание осадков. Технологические схемы. Утилизация осадков.
93	Утилизация и обезвреживание отходов. Подготовка отходов к утилизации или обезвреживанию.
94	Технологии обращения с промышленными отходами (на примере золошлаковых материалов, нефтешламов, и т.д.).
95	Технологии обращения с отходами потребления (ТБО, ТКО, РСО, ЛС и т.д.).
96	Оборудование для обезвреживания отходов. Характеристики, алгоритм расчета.
97	Технологии обращения с промышленными отходами (на примере СОЖ, сорбентов, катализаторов, отходов ЛКМ, и т.д.).

## 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрены.

## 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

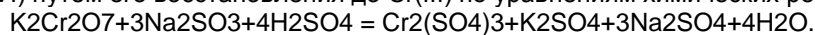
1. Рассчитать и подобрать типовой метантенк для сбраживания осадков сточных вод:

$Q_{ос} = 300 \text{ м}^3/\text{сут};$

$W_{влажность} = 97 \%;$

Термофильный режим брожения.

2. Рассчитать годовую (365 дней) потребность в химических реагентах ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) для удаления из сточных вод  $\text{Cr(VI)}$  путем его восстановления до  $\text{Cr(III)}$  по уравнениям химических реакций:



Расходы сточных вод ( $q$ ) и концентрации в них  $\text{Cr(VI)}$ :

$q = 1,0 \text{ м}^3/\text{ч};$

$C(\text{Cr(VI)}) = 62 \text{ мг/л}.$

3. Предложить схему очистки воды, содержащей:

- Взвешенные вещества;

- ХПК;

- Нефтепродукты.

4. Из двух циклонов для очистки пылевых выбросов выбрать наиболее экономичный.

Циклон 1:

- Скорость в циклоне  $3,65 \text{ м/с};$

- Коэффициент гидравлического сопротивления 210.

Циклон 2:

- Скорость в циклоне  $1,24 \text{ м/с};$

- Коэффициент гидравлического сопротивления 1300.

5. Определить размер частиц, улавливаемых в аппарате мокрого пылеулавливания с эффективностью 50%, если:

$\rho_{ч} = 5,5 \text{ т/м}^3;$

$\Delta p = 400 \text{ Па};$

$m = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{м}^3;$

$\rho_{ж} = 200000 \text{ Па}.$

## 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

Обучающийся должен выполнить все практические и лабораторные работы, а также сдать и защитить по ним отчеты.

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

В билете три вопроса: два вопроса теоретических и один – типовое расчетное задание.

На подготовку дается не более 45 минут.

После этого студент отвечает преподавателю на вопросы билета.

Преподаватель, для уточнения глубины овладения материалом, вправе задать дополнительный вопрос по пройденному за семестр курсу.

Время, отводимое на защиту курсового проекта, не должно превышать 15 мин, включая краткий доклад по результатам курсового проекта и ответы на вопросы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				



Ветошкин А. Г.	Инженерная защита окружающей среды от вредных выбросов	Москва: Инфра-Инженерия	2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/51723.html">http://www.iprbookshop.ru/51723.html</a>
Морева, Ю. Л., Чернобережский, Ю. М., Лоренцсон, А. В.	Технология защиты окружающей среды. Ч.1	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна	2018	<a href="http://www.iprbookshop.ru/102571.html">http://www.iprbookshop.ru/102571.html</a>
Ю.Л. Морева, Е.А. Васильева, О.А. Шанова	Технология защиты окружающей среды.: методические указания по выполнению курсового проекта	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД	2020	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kafoxrokrsr/1617725581.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kafoxrokrsr/1617725581.pdf</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Ветошкин А. Г.	Основы инженерной защиты окружающей среды	Москва: Инфра-Инженерия	2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/51730.html">http://www.iprbookshop.ru/51730.html</a>
Ветошкин, А. Г.	Инженерная защита гидросферы от сбросов сточных вод	Москва: Инфра-Инженерия	2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/51722.html">http://www.iprbookshop.ru/51722.html</a>
Ю.Л. Морева, А.В. Лоренцсон, А.Б. Дягилева	Технология защиты окружающей среды [Текст]: методические указания для выполнения лабораторных работ	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2017	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kafoxrokrsr/2018_02_15_03.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kafoxrokrsr/2018_02_15_03.pdf</a>
Ю.Л. Морева, А.В. Лоренцсон	Технология защиты окружающей среды [Текст] Ч. 1 : учебно-методическое пособие	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2017	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kafoxrokrsr/2018_02_15_04.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kafoxrokrsr/2018_02_15_04.pdf</a>
Ю.Л. Морева, А.В. Лоренцсон, А.Б. Дягилева	Технология защиты окружающей среды. Выполнение лабораторных работ: методические указания. Ч. 1	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД	2021	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kafoxrokrsr/1637418058.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kafoxrokrsr/1637418058.pdf</a>
Л.Н. Григорьев, Т.И. Буренина	Основы расчета оборудования для химической очистки и обезвреживания выбросов [Текст]: учеб. пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. - СПб.: СПбГТУРП	2013	<a href="http://nizrp.narod.ru/ohrokr.pdf">http://nizrp.narod.ru/ohrokr.pdf</a>
Ю.Л. Морева, А.В. Лоренцсон	Оборудование и устройство очистных сооружений и установок [Текст]: учебно-методическое пособие для выполнения практических работ	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. - СПб.: СПбГТУРП	2014	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kafoxrokrsr/12.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kafoxrokrsr/12.pdf</a>
Ю.Л. Морева, Е.А. Васильева, О.А. Шанова	Технология защиты окружающей среды.: методические указания по выполнению курсового проекта	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД	2020	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kafoxrokrsr/1617725581.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kafoxrokrsr/1617725581.pdf</a>

## 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс] URL: <http://window.edu.ru/>;
2. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс] URL: [www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru/);
3. Российская национальная библиотека [Электронный ресурс] URL: <http://www.nlr.ru/>;
4. Центральная городская публичная библиотека имени В. В. Маяковского [Электронный ресурс] URL: <https://pl.spb.ru/>;
5. Электронно-библиотечная система «КнигаФонд». [Электронный ресурс] URL: <http://www.knigafund.ru/>;
6. Информационно – правовой портал ГАРАНТ [Электронный ресурс] URL: <http://www.garant.ru/>;
7. Компьютерная справочно-правовая система КонсультантПлюс [Электронный ресурс] URL: <http://www.consultant.ru/>;
8. Библиографическая и реферативная база данных Scopus [Электронный ресурс] URL: <http://www.scopus.com>.

### 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8  
MicrosoftOfficeProfessional 2013

### 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Б-009	Спектрофотометр, рН-метр, ротационный аппарат, сушильный шкаф, электроплитка, вытяжной шкаф, муфельная печь, дистиллятор
Б-007	Лабораторный стенд - испытание барботажного абсорбера, лабораторный стенд - испытание насадочного абсорбера, лабораторный стенд - испытание пылеулавливающей установки, лабораторный стенд - контроль нормативов ПДВ
А-100	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска