

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.11	Технология защиты окружающей среды
(Индекс дисциплины)	(Наименование дисциплины)
Кафедра: 31	Охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов
Код	Наименование кафедры
Направление подготовки:	18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
Профиль подготовки:	Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов
Уровень образования:	Бакалавриат

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	252		252
	Аудиторные занятия	112		30
	Лекции	42		10
	Лабораторные занятия	42		12
	Практические занятия	28		8
	Самостоятельная работа	104		213
	Промежуточная аттестация	36		9
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	7		9
	Зачет			
	Курсовой проект	7		9
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		7		7

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная							7			
Очно-заочная										
Заочная									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

На основании учебных планов № b180302-123_20
z180302-123_20

Кафедра-разработчик: Охраны окружающей среды и рационального использования
природных ресурсов

Заведующий кафедрой: Шанова О.А.

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Охраны окружающей среды и рационального использования
природных ресурсов

Заведующий кафедрой: Шанова О.А.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
 Вариативная По выбору

1.2. 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.

1.3. Задачи дисциплины

- ознакомление студентов с современным оборудованием, технологическими схемами и решениями по очистке и обезвреживанию выбросов в атмосферу, сточных вод, переработке отходов;
- получение студентами необходимы 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.

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК- 5	готовностью обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду	2
Планируемые результаты обучения Знать: 1) основные технологические средства и технологии, направленные на снижение антропогенного воздействия на окружающую среду; 2) основные принципы выбора и обоснования технологических схем. Уметь: 1) производить выбор и технико-экономическую оценку технологических решений по очистке и обезвреживанию выбросов в атмосферу, сточных вод, переработки отходов Владеть: 1) методиками анализа и расчета аппаратов и сооружений; 2) методами постановки и решения задач по определению технологических и экономических показателей работы установок и сооружений		
ПК-7	готовностью осваивать и эксплуатировать новое оборудование, принимать участие в наладивании, технических осмотрах, текущих ремонтах, проверке технического состояния оборудования и программных средств	2
Планируемые результаты обучения Знать: 1) процессы, протекающие в сооружениях очистки сточных вод, газопылевых выбросов; 2) современные аппараты, установки и сооружения по очистке выбросов, сбросов и переработке отходов и области их применения. Уметь: 1) рассчитывать технологические параметры процессов с учетом реализации задач энерго- и ресурсосбережения. Владеть: 1) методиками анализа и расчета технологических схем и сооружений с использованием программных продуктов;		

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
2) методиками определения технико-экономических показателей работы очистных сооружений и установок.		
ПК-14	способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе	2
Планируемые результаты обучения Знать: 1) области применения того или иного метода очистки выбросов и сбросов; 2) современные методы исследования технологических процессов и природных сред; Уметь: 1) применять современные методы исследования технологических процессов для решения конкретных задач; 2) проводить научно-исследовательские работы, направленные на снижение антропогенного воздействия на окружающую среду; 3) проводить сбор и анализ альтернативных вариантов технологических схем и ее отдельных узлов. Владеть: 1) методиками планирования, проведения научных исследований по ресурсосбережению, анализу их результатов.		

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

- Обращение с опасными отходами производства и потребления (ПК-5)
- Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности) (ПК-5)
- Процессы и аппараты химической технологии (ПК-7)
- Теоретические основы очистки и обезвреживания выбросов и сбросов (ПК-14)

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 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.	42		36
Тема 2. Технология очистки газовых выбросов Технология очистки и обезвреживания газообразных примесей из источников выбросов. Области применения абсорбционного, адсорбционного, термокаталитического методов очистки выбросов. Выбор и обоснование методов очистки и технологических схем.	44		41

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<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 абсорбента приготавливаемых растворов. Схема абсорбционной установки с регенерацией абсорбента. Абсорберы. Классификация, характеристики и область применения.</p> <p>Принципы работы абсорберов. Конструктивные особенности. 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 (SO₂, H₂S, NO_x, NH₃, органических веществ, в т.ч. диоксинов) по отраслям и производствам по направлению подготовки. Технологии совместной очистки выбросов от SO₂ и NO_x.</p> <p>Энергосбережение в технологиях абсорбционной, адсорбционной, термокatalитической очистки.</p>			
Текущий контроль 1. Устный опрос 1	1		
Учебный модуль 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. 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</p>	20		26

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
регенерации загрузки, по грязеемкости. Схемы фильтровальных установок при периодической и непрерывной регенерации загрузки. Принципы расчета фильтров с загрузкой.			
<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 пузырьками газов. Способы флотационной обработки сточных вод. импеллерная флотация, пенная флотация, напорная и вакуумная флотация, пенная сепарация. Области использования этих способов. Схемы флотационных установок, их аппаратурное 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. Адсорбционные установки со стационарным, движущимся и псевдооживленным слоем сорбента. Принцип расчета аппаратов.</p> <p>Материальный баланс ионообменного процесса. Ионитовые установки. Конструктивные особенности проточных и противоточных фильтров, фильтров смешенного действия и непрерывно действующих установок.</p> <p>Технологические схемы ионообменной очистки сточных вод и особенности их расчета и компоновки.</p>	18		24
<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.</p> <p>Удаление ионов тяжелых металлов в виде сульфидов, карбонатов, гидроксидкарбонатов и гидроксидов. Схема реагентной очистки производственных сточных вод от тяжелых металлов.</p>	26		22
<p>Тема 6 Технология биологической очистки сточных вод</p> <p>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.</p> <p>Технология биологического удаления биогенных элементов. Принципы и схемы биологической денитрификации. Технология дефосфотации сточных вод. Схемы совместной очистки сточных вод от органических веществ,</p>	18		26

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
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.			
Текущий контроль 2. Устный опрос 2	1		
Учебный модуль 3 Технология обработки отходов			
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. Метанцелки. 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.	18		24
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.	14		24
Текущий контроль 3. Устный опрос 3	2		
Курсовой проект	12		20
Промежуточная аттестация по дисциплине. Экзамен	36		9
ВСЕГО:	252		252

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	7	6			9	1
2	7	10			9	3
3	7	4			9	1
4	7	4			9	1

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
5	7	4			9	1
6	7	4			9	1
7	7	5			9	1
8	7	5			9	1
ВСЕГО:		42				10

3.2. Практические и семинарские занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Выбор и расчет циклонов.	7	3				
1	Выбор и расчет пылеуловителей	7	3				
2	Выбор и расчет абсорберов	7	2			9	2
2	Выбор и расчет адсорберов	7	2			9	2
2	Расчет каталитических и адсорбционно-каталитических реакторов	7	4				
3	Расчет фильтров с зернистой загрузкой	7	2				
3	Расчет нефтеловушки	7	2			9	2
3	Расчет решеток		2			9	1
3	Расчет песколовок	7	2			9	1
4	Расчет ионообменных установок и цикла регенерации	7	2				
6	Расчет биофильтра	7	2				
7	Расчет метантенка	7	2				
ВСЕГО:		28					8

3.3. Лабораторные занятия

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Сухое инерционное и фильтрационное пылеулавливание аэрозолей при различных режимах работы аппаратов	7	5				
1	Изучение факторов, влияющих на эффективность газоочистных аппаратов	7	4			9	2
1	Техника отбора проб аэрозольных и парогазовых выбросов при контроле работы газоочистных установок	7	4			9	2
2	Абсорбционная очистка парогазовых выбросов при различных режимах работы аппаратов	7	8			9	2
5	Нейтрализационная очистка сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов	7	4			9	2
5	Реагентная очистка сточных	7	4			9	2

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
	вод, содержащих ионы шестивалентного хрома						
6	Определение седиментационных характеристик активного ила и модельной суспензии	7	4			9	2
5	Особенности определения концентрации тяжелых металлов в воде, определение концентрации железа, меди	7	2				
4,5	Очистка воды от нефтепродуктов	7	2				
5	Особенности определения концентрации тяжелых металлов в воде, определение концентрации хрома (VI)	7	2				
5	Определение электропроводности сточной воды	7	1				
5	Определение суммарной концентрации органических веществ в воде, ХПК	7	2				
ВСЕГО:			42				12

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1. Цели и задачи курсового 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 курсового проекта

Может определяться возможными видами трудовой деятельности и практическими интересами студента при освоение 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 курсового 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 объемом не менее 25 стр., содержащей следующие обязательные элементы:

- Характеристика источника образования выбросов, сбросов, отходов;
- Выбор и обоснование технологии на основе НДТ (ИТС), ИСО, ВАТ (ВРЕФ)
- 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. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1-3	Устный опрос	7	3				

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	7	32			9	65
Подготовка к практическим занятиям	7	30			9	64
Подготовка к лабораторным занятиям	7	30			9	64
Курсовой проект	7	12			9	20
Подготовка к экзамену	7	36			9	9
ВСЕГО:		140				222

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Лабораторные занятия	Проведение учебного эксперимента на лабораторной установке (самостоятельно и под руководством преподавателя)	20		10
ВСЕГО:		20		10

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Ветошкин А.Г. Основы инженерной защиты окружающей среды [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.Г.Ветошкин.— М.: Инфра-Инженерия, 2016.— 456 с.— (ЭБС «IPRbooks» Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/51730>)
2. Ветошкин А.Г. Инженерная защита окружающей среды от вредных выбросов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.Г. Ветошкин.— М.: Инфра-Инженерия, 2016.— 416 с. (ЭБС «IPRbooks» Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/51723>)
3. Ветошкин А.Г. Инженерная защита гидросферы от сбросов сточных вод [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.Г.Ветошкин.— М.: Инфра-Инженерия, 2016.— 296 с. (ЭБС «IPRbooks» Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/51722>)

б) дополнительная учебная литература

4. Технология защиты окружающей среды Ч. 1 [Электронный ресурс]: учеб. пособие / сост. Ю.Л. Морева, Ю.М. Чернобережский, А.В. Лоренцсон ; М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД, - СПб. : ВШТЭ СПбГУПТД, 2018. - 90 с. - ISBN 978-5-91646-153-4 (Режим доступа: http://nizrp.narod.ru/metod/kafoxrokrsr/2019_03_31_01.pdf)
5. Технология защиты окружающей среды [Электронный ресурс]: методические указания для выполнения лабораторных работ /сост.: Ю.Л. Морева, А.В. Лоренцсон, А.Б. Дягилева; М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2017. - 42 с. (Режим доступа: http://nizrp.narod.ru/metod/kafoxrokrsr/2018_02_15_03.pdf6).
6. Морева, Ю.Л. Технология защиты окружающей среды Ч. 1 [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Ю.Л. Морева, А.В. Лоренцсон; М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2017.- 70 с. (Режим доступа: http://nizrp.narod.ru/metod/kafoxrokrsr/2018_02_15_04.pdf)
7. Оборудование и устройство очистных сооружений и установок. [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ сост.: Ю.Л. Морева, А.В. Лоренцсон. – СПб, СПбГТУРП. – 2014. - 64 с. (Режим доступа: <http://nizrp.narod.ru/metod/kafoxrokrsr/12.pdf>)
8. Григорьев Л.Н., Буренина Т.И. Основы расчета оборудования для химической очистки и обезвреживания выбросов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л. Н. Григорьев, Т.И. Буренина. - СПб., СПбГТУ РП. - 2013. – 110 с. (Режим доступа: <http://nizrp.narod.ru/ohrokr.pdf>)

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Очистка и рекуперация промышленных выбросов/ Максимов В.Ф., Вольф И.В., Винокурова Т.А. и др.: Учебник для вузов. – М.: «Лесн.пром-сть.», 1989. – 416 с.
2. Ветошкин А.Г. Инженерная защита окружающей среды от вредных выбросов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ветошкин А.Г.— Электрон. текстовые данные.— М.: Инфра-Инженерия, 2016.— 416 с.(ЭБС «IPRbooks» Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/51723>).
3. Белевцев А.Н. Теоретические основы защиты окружающей среды. Охрана водного бассейна в металлургии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Белевцев А.Н., Белевцев М.А., Мирошкина Л.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский Дом МИСиС, 2007.— 103 с. (ЭБС «IPRbooks» Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56112>.)
4. Ягодовский, В.Д. Адсорбция [Электронный ресурс]/ В.Д. Ягодовский.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 217 с. (ЭБС «IPRbooks» Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/37016>)
5. Ю.Л. Морева, А.В. Лоренцсон. Оборудование и устройство очистных сооружений и установок [Электрон. ресурс] / Морева Ю.Л., Лоренцсон А.В./ Уч.-мет. пособие, СПбГТУРП, - 2014, - 109 с. (Режим доступа: <http://nizrp.narod.ru/promecol-2.htm>)
6. Будыкина, Т.А. Переработка осадков сточных вод: Монография [Электронный ресурс] / Т.А. Будыкина. М.: Креативная экономика, 2012. - 188 с. («КнигаФонд»: Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/173518>)
7. Комкин А.И. Расчёт и проектирование систем защиты окружающей среды: в 2 ч. Ч. 1: Теоретические основы [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.И. Комкин, Б.С. Ксенофонтов, В.С. Спиридонов. - М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. - 99 с. («КнигаФонд»: Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/174512>)
8. Коробко, В.И. Твердые бытовые отходы. Экономика. Экология. Предпринимательство: монография [Электронный ресурс] / В.И. Коробко, В.А. Бычкова. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. - 132 с. («КнигаФонд»: Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/122634>).

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

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;
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>

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

1. Microsoft Windows 8.1
2. Microsoft Office Professional 2013

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

1. учебная лаборатория «Теории и технологии очистки сточных вод». Оснащена необходимой лабораторной мебелью и оборудованием, лабораторной посудой и реактивами.
2. учебная лаборатория «Теории и технологии очистки газопылевых выбросов». Оснащена необходимой лабораторной мебелью и оборудованием, лабораторной посудой и реактивами

8.6. Иные сведения и (или) материалы

Комплект плакатов: аппараты очистки газов от токсичных веществ и аэрозолей:

- Форсуночный абсорбер;
- Адсорбер с цеолитом;
- Полый скруббер;
- Термокаталитический реактор;
- Тарельчатый абсорбер;
- Волокнистый туманоуловитель;
- Горизонтальный электрофильтр.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	<p>Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины.</p> <p>Конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</p> <p>Проверка терминов, понятий: осуществлять с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.</p> <p>Работа с теоретическим материалом: найти ответ на вопросы в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии и др.</p>
Практические занятия	<p>На практических занятиях (семинарах) разъясняются теоретические положения курса, обучающиеся работают с конкретными ситуациями, овладевают навыками сбора, анализа и обработки информации для принятия самостоятельных решений, навыками подготовки информационных обзоров и аналитических отчетов по соответствующей тематике; навыками работы в малых группах; развивают организаторские способности по подготовке коллективных проектов.</p> <p>Подготовка к практическим занятиям предполагает следующие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • работа с конспектом лекций; • подготовка ответов к контрольным вопросам; • просмотр рекомендуемой литературы; • решение задач по алгоритму и др.
Лабораторные занятия	<p>На лабораторных занятиях разъясняются теоретические положения курса, обучающиеся работают с конкретными ситуациями, овладевают навыками сбора, анализа и обработки информации для принятия самостоятельных решений, навыками подготовки информационных обзоров и аналитических отчетов по соответствующей тематике; навыками работы в малых группах.</p> <p>Подготовка к лабораторным занятиям предполагает следующие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • работа с конспектом лекций; • работа с методическими указаниями к лабораторным работам
Самостоятельная работа	<p>Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в темах лекций и лабораторных занятий.</p> <p>Составление аннотаций к прочитанным источникам литературы, подготовка</p>

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
	<p>аналитического обзора ресурса информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».</p> <p>При подготовке курсового проекта: изучение научной, учебной, нормативной и др. литературы. Отбор необходимого материала; проведение практических исследований по теме, формулирование выводов и разработка конкретных рекомендаций по достижению поставленной цели и задач.</p> <p>При подготовке к экзамену необходимо ознакомиться с перечнем вопросов, проработать конспекты лекций и лабораторных занятий, рекомендуемую литературу, получить консультацию у преподавателя.</p>

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК- 5 (2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Демонстрирует знание основных технологических средств и технологии; 2. Использует методики технико-экономической оценки технологических решений по очистке и обезвреживания выбросов в атмосферу, сточных вод, переработки отходов 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Устное собеседование 2. Практическое типовое задание 3. Курсовой проект 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перечень вопросов к экзамену (34 вопроса) 2. Практические задания (16 заданий) 3 Перечень тем типовых курсовых проектов (10 тем)
ПК-7 (2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Демонстрирует знание процессов, протекающие в современных аппаратах и сооружениях очистки сточных вод, газопылевых выбросов и переработке отходов и области их применения. 2. Использует методики анализа и расчета технологических показателей схем и сооружений с использованием программных продуктов. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Устное собеседование 2. Практическое типовое задание 3. Курсовой проект 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перечень вопросов к экзамену (34 вопроса) 2. Практические задания (16 заданий) 3 Перечень тем типовых курсовых проектов (10 тем)
ПК-14 (2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Использует современные методы исследования технологических процессов для решения конкретных задач; 2. Демонстрирует сбор и анализ альтернативных вариантов технологических схем и ее отдельных узлов; 3. Использует методики планирования, проведения научных исследований по ресурсосбережению, анализу их результатов. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Устное собеседование 2. Практическое типовое задание 3. Курсовой проект 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перечень вопросов к экзамену (30 вопросов) 2. Практические задания (16 заданий) 3 Перечень тем типовых курсовых проектов (10 тем)

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций
Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций		
	Устное собеседование	Практическое задание	Курсовой проект
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.	Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных зависимостей для ее решения, знание размерностей физических величин. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.	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
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.	Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных зависимостей для ее решения, знание размерностей физических величин. Получил правильный ответ, но испытывает затруднения с его интерпретацией.	Работа выполнена в соответствии с заданием. Имеются отдельные незначительные ошибки в работе или в ответах на поставленные при защите вопросы, могут иметь место отступления от правил оформления работы или нарушения сроков предоставления работы к защите
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.	Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере реализовать ее решение. Знает размерности физических величин.	Задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах, качество представления работы низкое, либо работа представлена с опозданием.
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	Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать закономерности и плохо ориентируется в физических величинах. Представление чужой работы, отказ от выполнения задания	Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, грубое нарушение правил оформления или сроков представления работы. Представление чужой работы, плагиат, либо отказ от представления работы

	неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека.		
--	--	--	--

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Техника пылеулавливания. Этапы пылеулавливания. Методы пылеулавливания.	1
2	Технические показатели пылеулавливающих установок.	1
3	Циклоны. Цилиндрические и конические циклоны. Расчет степени очистки и гидравлического сопротивления.	1
4	Характеристика циклонов НИИОГАЗ. Групповые циклоны. Батарейные циклоны.	1
5	Классификация аппаратов ММО. Скрубберы Вентури. Основы расчета.	1
6	Очистка выбросов в аппаратах ударно-инерционного действия (скруббер ПВМ). Основы расчета.	1
7	Фильтры рукавные. Конструкция рукавов. Фильтровальные ткани. Скорость фильтрации.	1
8	Способы регенерации рукавных фильтров. Фильтр рукавный с импульсной регенерацией, характеристики.	1
9	Электрические методы очистки. Выбор и расчет электрофильтров.	1
10	Пылеулавливание в процессах деревообработки.	1
11	Золуулавливание. Сухие и мокрые золоуловители.	1
12	Очистка дымовых газов СРКА	1
13	Пылеулавливание из дымовых газов ИРП.	1
14	Классификация процессов и способов пылеулавливания	1
15	Классификация и области применения аппаратов сухой механической очистки (СМО).	1
16	Классификация и области применения аппаратов мокрой механической очистки (ММО).	1
17	Классификация и области применения фильтров.	1
18	Классификация и области применения электрофильтров.	1
19	Циклоны одиночные, групповые, батарейные. Конструктивные особенности. Выбор и расчет.	1
20	Скрубберы для пылеулавливания. Конструктивные особенности. Выбор и расчет.	1
21	Фильтры тканевые. Конструктивные особенности. Оценка эффективности фильтров. Их регенерация.	1
22	Разомкнутая схема абсорбционной установки с применением в качестве абсорбента технологических растворов (санитарная схема очистки)	2
23	Разомкнутая схема абсорбционной установки с применением в качестве абсорбента приготавливаемых растворов	2
24	Замкнутая схема абсорбционной установки с применением в качестве абсорбента приготавливаемых растворов (схема с рекуперацией)	2
25	Схема адсорбционной установки с рекуперацией (утилизацией) уловленных веществ (4-х, 3-х и 2-х фазный цикл)	2
26	Схема адсорбционной установки с обезвреживанием уловленных веществ	2
27	Схема установки обезвреживания низкоконцентрированных выбросов	2
28	Схема установки обезвреживания высококонцентрированных выбросов	2
29	Адсорбционно-каталитический метод очистки выбросов	2
30	Очистка выбросов, содержащих NOx	2
31	Очистка выбросов, содержащих SO2	2
32	Очистка выбросов, содержащих H2S	2
33	Технология современной очистки выбросов от NOx и SO2	2
34	Совершенствование методов газоочистки	2
35	Классификация аппаратов абсорбционной очистки газов.	2
36	Классификация аппаратов адсорбционной очистки газов.	2
37	Классификация аппаратов адсорбционно-каталитической и каталитической очистки и обезвреживания газов.	2
38	Абсорберы с неподвижной насадкой. Конструктивные особенности. Выбор и расчет.	2

39	Абсорберы с взвешенной насадкой. Конструктивные особенности. Выбор и расчет.	2
40	Барботажные абсорберы. Конструктивные особенности. Выбор и расчет.	2
41	Адсорбер вертикальный. Конструктивные особенности. Выбор и расчет.	2
42	Адсорбер кольцевой. Конструктивные особенности. Выбор и расчет.	2
43	Термокаталитические реакторы. Конструктивные особенности. Выбор и расчет.	2
44	Общая характеристика методов механической очистки сточных вод (СВ). Их классификация и области применения.	3
45	Отстаивание взвеси в неподвижной жидкости. Гидравлическая крупность частиц.	3
46	Отстаивание взвеси в потоке жидкости. Области применения отстаивания, пути интенсификации процесса отстаивания	3
47	Песколовки. Типы песколовков и принцип их работы.	3
48	Горизонтальные отстойники. Устройство, принцип работы и расчета.	3
49	Радиальные отстойники. Устройство, принцип работы и расчета.	3
50	Вертикальные отстойники. Устройство, принцип работы и расчета.	3
51	Фильтрование. Общая характеристика метода, области применения. Классификация фильтров.	3
52	Сетчатые фильтры, сита и решетки. Устройство и принцип их работы.	3
53	Фильтры с зернистой загрузкой. Классификация, устройство, принципы работы и расчета.	3
54	Понятие грязеемкости фильтрующей загрузки. Классификация и виды загрузок	3
55	Устройство реагентного хозяйства. Дозаторы.	4
56	Смешение реагентов со сточными водами. Типы и устройство смесителей.	4
57	Выбор оптимальных условий проведения процесса коагуляции.	4
58	Камеры хлопьеобразования, их устройство и принцип работы.	4
59	Выбор оптимальных условий флокуляционной очистки воды.	4
60	Принципиальная схема коагуляционной очистки воды. Компоновка технологической схемы.	4
61	Установки для озонирования воды. Технологические параметры процесса и способы их регулирования.	4
62	Характеристика способов смешения озono-воздушной смеси со сточными водами. Устройство контактных камер. Принципы расчета.	4
63	Классификация способов флотации. Установка для напорной флотации. Устройство и принцип расчета.	4
64	Очистка сточных вод от фосфора и азота с применением флотации.	4
65	Адсорбционные установки для очистки воды. Критерии выбора адсорбентов.	4
67	Конструкции адсорбционных аппаратов для очистки воды.	4
68	Принцип расчета ионообменных установок. Принципы управления процессом.	4
69	Технологические решения при глубокой доочистке сточных вод с использованием адсорбционно-ионообменных установок.	4
70	Электрокоагуляционные установки в технологии очистки воды. Их устройство и принципы расчета	4
71	Нейтрализация щелочных сточных вод кислыми дымовыми газами.	5
72	Окислительные методы очистки сточных вод. Виды применяемых окислителей. Области применения. Окисление кислородом воздуха.	5
73	Очистка сточных вод методом окисления кислородсодержащими реагентами (озоном, пероксидом водорода). Технологические схемы.	5
74	Восстановительные методы обезвреживания сточных вод. Виды применяемых восстановителей.	5
75	Удаление ионов тяжелых металлов в виде сульфидов, карбонатов, гидроксидов и гидроксидкарбонатов.	5
76	Схема реагентной очистки производственных сточных вод от тяжелых металлов.	5
77	Реагентная нейтрализация сточных вод. Применяемые реагенты. Реакции	5
78	Нейтрализация кислых сточных вод фильтрацией через нейтрализующую загрузку. Области применения. Устройство и принцип расчета.	5
79	Особенности нейтрализации сточных вод содержащих серную и сернистые кислоты. Рециркуляция осадка.	5
80	Общая характеристика методов биологической очистки. Стадии развития активного ила в аэротенке. Основные параметры работы аэротенка.	6
81	Классификация аэротенков по нагрузке. Управление нагрузкой на активный ил .	6
82	Расчет объема аэротенка-смесителя.	6
83	Классификация аэротенков по гидродинамическому режиму. Схемы очистки сточных	6

	вод с использованием аэротенков.	
84	Удаление азота из сточных вод. Технологические схемы. Принцип расчета	6
85	Удаление фосфора из сточных вод. Технологические решения..	6
86	Биофильтры. Классификация, конструкции, принцип действия.	6
87	Технологические схемы очистки сточных вод с использованием биофильтров.	6
88	Очистка воды в биопрудах и на полях фильтрации.	6
89	Стабилизация осадков. Общие положения. Септики. Метантенки. Аэробные стабилизаторы. Технологические схемы, устройство аппаратов, области применения и принципы расчета.	7
90	Уплотнение осадков. Гравитационные уплотнители. Флотационные илоуплотнители. Технологические схемы, устройство и принципы расчета.	7
91	Кондиционирование осадков. Общие положения. Сооружения промывки осадков. Основные технологические схемы и расчеты.	7
92	Обезвоживание осадков. Вакуум-фильтры. Фильтр-прессы. Центрифуги. Барабанные сушилки. Иловые площадки. Технологические схемы, устройство аппаратов, области применения и принципы расчета.	7
93	Деструкция осадков сточных вод. Принцип расчета печи «кипящего слоя». Термическая сушка и сжигание осадков. Технологические схемы. Утилизация осадков	7
94	Утилизация и обезвреживание отходов. Подготовка отходов к утилизации или обезвреживанию.	8
95	Технологии обращения с промышленными отходами (на примере золошлаковых материалов, нефтешламов, и т.д.)	8
96	Технологии обращения с отходами потребления (ТБО, ТКО, РСО, ЛС и т.д.)	8
97	Оборудование для обезвреживания отходов. Характеристики, алгоритм расчета	8
98	Технологии обращения с промышленными отходами (на примере СОЖ, сорбентов, катализаторов, отходов ЛКМ, и т.д.)	8

10.2.2. Вариант типовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых заданий	Ответ												
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	1 метантенк Проект 902-2-228; $D=15,0\text{м}$ $V=1600 \text{ м}^3$												
2	Рассчитайте годовую (365 дней) потребность в химических реагентах (Na_2SO_3 . для удаления из сточных вод Cr(VI) путем его восстановления до Cr(III)) Расходы сточных вод (q) и концентрации в них Cr(VI) $q = 1,0 \text{ м}^3/\text{ч}$ $C_{\text{Cr(VI)}} = 62 \text{ мг/л}$ По уравнениям химических реакций. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{Na}_2\text{SO}_3 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$.	$m \text{ Na}_2\text{SO}_3 = 1,97 \text{ т/год}$												
3	Предложить схему очистки воды, содержащей <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Взвеш. в-ва</td> <td style="text-align: center;">+</td> </tr> <tr> <td>ХПК</td> <td style="text-align: center;">+</td> </tr> <tr> <td>БПК либо Растворенные в-ва</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Жесткость</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Тяж. металлы</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Нефтепродукты</td> <td style="text-align: center;">+</td> </tr> </table>	Взвеш. в-ва	+	ХПК	+	БПК либо Растворенные в-ва		Жесткость		Тяж. металлы		Нефтепродукты	+	<p>Промывные воды</p>
Взвеш. в-ва	+													
ХПК	+													
БПК либо Растворенные в-ва														
Жесткость														
Тяж. металлы														
Нефтепродукты	+													
4	Из двух циклонов для очистки пылевых выбросов выбрать	Второй циклон экономичнее, т.к имеет меньшее гидравлическое сопротивление												

	<p>наиболее экономичный. Циклон 1: Скорость в циклоне 3,65 м/с коэффициент гидравлического сопротивления 210 Циклон 2: Скорость в циклоне 1,24 м/с коэффициент гидравлического сопротивления 1300</p>	$\Delta P_1 = 1692,6 \text{ Па}$ $\Delta P_2 = 1209,3 \text{ Па}$
5	<p>Определить рабочие параметры вентилятора по номограмме. Общий напор $\Delta P = 2000 \text{ Па}$, объем протягиваемого воздуха $V = 10000 \text{ м}^3/\text{ч}$</p> <p style="text-align: center;">ВРП - 05 - 6,3</p> <p>The nomogram shows pressure P_v (Pa) on the left y-axis (600 to 5000) and flow Q (тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$) on the bottom x-axis (1.5 to 14). Power N_u (кВт) is indicated on the right y-axis (4.0 to 22.0). Curves are labeled with fan models: 11, 15, 18.5, 22, 24, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220.</p>	$n = 1740 \text{ мин}^{-1}$ $\Delta P (H) = 2100 \text{ Па}$ $V = 10500 \text{ м}^3/\text{ч}$ $\eta = 0,51$ $N_{ц} = 11 \text{ кВт}$
6	<p>Определить размер частиц, улавливаемых в аппарате мокрого пылеулавливания с эффективностью 50%, если:</p> $\rho_{ч} = 5,5 \text{ т}/\text{м}^3$ $\Delta p = 400 \text{ Па}$ $m = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{м}^3$ $p_{ж} = 200000 \text{ Па}$	$d_{50} = 1,44 \text{ мкм}$

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче экзамена и защиты курсового проекта и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (принято на Ученом совете университета)

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная

10.3.3. Особенности проведения экзамена и защиты курсового проекта

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.