

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор
по УР

_____ А.Е. Рудин

Рабочая программа дисциплины

Б1.О.26

Техника и технология очистки газовых и водных сред

Учебный план: 2026-2027 20.03.01 ИФСТЗ КНДвСТ ЗАО №1-3-179.plx

Кафедра: **18** Инженерной химии и промышленной экологии

Направление подготовки:
(специальность) 20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль подготовки:
(специализация) Контрольно-надзорная деятельность в сфере труда

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная

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				
4	УП	4	8	4	182	18	6	Курсовая работа, Экзамен
	РПД	4	8	4	182	18	6	
Итого	УП	4	8	4	182	18	6	
	РПД	4	8	4	182	18	6	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, утвержденным приказом Минобрнауки России от 25.05.2020 г. № 680

Составитель (и):

кандидат технических наук, Доцент

Петров Сергей Викторович

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой инженерной химии и
промышленной экологии

Бусыгин Николай Юрьевич

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Бусыгин Николай Юрьевич

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области техники и технологии защиты гидросферы и атмосферы

1.2 Задачи дисциплины:

Рассмотреть источники и технологии защиты гидросферы и атмосферы.

Ознакомить обучающихся с принципами выбора методов защиты гидросферы и атмосферы.

Ознакомить обучающихся с основными методами очистки промышленных сбросов и выбросов;

Раскрыть принципы устройства аппаратов и установок, используемых в процессах очистки промышленных сбросов и выбросов при решении задач техносферной безопасности;

Научить обучающихся рациональному выбору конструкций и технологий.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Химия

Математика

Физика

Метрология и стандартизация

Основы охраны труда

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-1: Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека;
Знать: – теоретические основы технологий очистки газовых и водных сред от загрязняющих веществ; типовые схемы установок и принципы действия основного технологического оборудования.
Уметь: – обоснованно выбирать структуру технологической схемы очистки водных сред или воздуха рабочей зоны и типовое оборудование для реализации процесса; использовать информационные технологии поиска информации о наилучших доступных технологиях (НДТ).
Владеть: – навыками расчета технологических схем очистки водных сред или воздуха рабочей зоны, в частности аспирационных установок для очистки воздуха рабочей зоны.
ОПК-3: Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом государственных требований в области обеспечения безопасности.
Знать: – действующие нормативы содержания загрязняющих веществ в воздухе рабочей зоны (ПДК р. з.), систему нормирования сбросов загрязняющих веществ со сточными водами.
Уметь: – оценивать валовые выбросы загрязняющих веществ, их концентрации и обоснованно выбирать технологии очистки и их аппаратное оформление в зависимости от характеристик очищаемых потоков.
Владеть: – навыками расчета и выбора конструктивных параметров аппаратов, обеспечивающих достижение нормативных значений концентраций вредных веществ в очищаемых средах.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа			СР (часы)	Инновац. формы занятий
		Лек. (часы)	Пр. (часы)	Лаб. (часы)		
Раздел 1. Введение. Цели и задачи дисциплины. Проблемы со сточными водами и газовыми выбросами.	4					
Тема 1. Свойства воды. Жидкие выбросы, источники, основные загрязнители. Системы водоподготовки и водоочистки. Свойства сточных вод.		1			7	
Раздел 2. Механические методы очистки сточных вод						
Тема 2. Усреднители и решётки, предназначение, конструкции и принцип их работы и расчёта. Практические работы. Расчёт усреднителя. Расчёт решётки			1		8	
Тема 3. Отстойники, принцип действия, классификация, конструкции, основные параметры, принцип расчёта отстойников. Песколовки, нефтеловушки. Способы повышения эффективности отстаивания, коагуляция и флокуляция.					8	
Тема 4. Гидроциклоны и центрифуги, фильтрование, флотация. Принцип действия, основные параметры, конструкции, расчёт и подбор аппаратов. Практические работы. Расчёт гидроциклона и центрифуги			1		8	
Раздел 3. Физико-химические методы очистки сточных вод						
Тема 5. Мембранные, реагентные, адсорбционные и ионнообменные методы очистки воды. Лабораторные работы. Очистка сточных вод методом ультрафильтрации. Очистка сточных вод реагентными методами				2	8	
Тема 6. Каталитические, фото-каталитические и термические методы очистки воды.					8	
Раздел 4. Биологические методы очистки сточных вод						
Тема 7. Введение в биологическую очистку, основные принципы, предназначение, достоинства и недостатки, виды биологической очистки.		1			8	
Тема 8. Аэробные методы очистки сточных вод. Биологические пруды, аэротэнки, биофильтры. Методы снижения содержания соединений азота и фосфора. Параметры биологической очистки. Практические работы. Расчёт аэротенка. Расчёт биофильтра			1		8	

Тема 9. Анаэробная очистка сточных вод. Метантенки, биогаз, способы его улавливания и очистки от аммиака, углекислого газа и сероводорода.				8	
Тема 10. Бактериальные загрязнения, их типы, вред, способы борьбы, методы обеззараживания хлором, его соединениями, озоном, пероксидом, ультрафиолетом				8	
Раздел 5. Технологии очистки сточных вод от токсичных соединений					
Тема 11. Методы очистки сточных вод от сульфидов и меркаптанов, галогенов, нефтепродуктов, фенолов, альдегидов. Лабораторная работа. Очистка стоков от масел и нефтепродуктов			1	8	
Тема 12. Удаление тяжёлых металлов, ПАВ, красителей, соединений азота и фосфора из сточных вод Лабораторная работа. Определение анионов в водопроводной воде и катионов в сточной воде			1	8	
Тема 13. Анализ системы очистки, как целого, возвратные потоки, материальный баланс аппаратов механической, физико-химической и реагентной очистки. Расчёт материального баланса системы в целом, его роль, основные методы расчёта.				8	НИ
Раздел 6. Механическая очистка воздуха					
Тема 14. Проблемы с загрязнением атмосферы, источники, типы и загрязняющие вещества. Запылённый воздух, параметры, закономерности оседания частиц. Аспирационные установки, пылевые камеры и пылевые мешки.	1			8	
Тема 15. Циклоны и вихревые камеры, фильтры и электрофильтры, принципы действия, особенности, конструкции, параметры, принципы расчёта. Практические работы. Расчёт циклона.		1		8	
Раздел 7. Мокрое пылеулавливание					
Тема 16. Основные принципы, достоинства и недостатки по сравнению с сухими методами. Полые газопромыватели, орошаемые циклоны с водяной плёнкой, пенные пылеуловители. Практические работы. Расчёт полого капельного скруббера.		1		8	
Тема 17. Ударно-инерционные пылеуловители, скрубберы Вентури, принцип действия, особенности, конструкции, параметры, принципы расчёта. Практические работы. Расчёт пылеуловителя ПВМ. Расчёт скруббера Вентури.		1		8	НИ
Раздел 8. Очистка воздуха от растворённых примесей					

Тема 18. Газообразные загрязнители, типы, вещества, особенности различных производств, энергетики, транспорта, химических предприятий, городского и сельского хозяйства		1			8	
Тема 19. Абсорбционная очистка. Физико-химические закономерности абсорбции. Конструкции массообменных аппаратов, принципы их расчёта					8	
Тема 20. Адсорбционная очистка. Физико-химические принципы, адсорбенты, их свойства, конструкции аппаратов и методы их расчёта					8	
Тема 21. Термические и каталитические методы очистки. Физико-химические принципы, конструкции аппаратов и методы их расчёта					7	НИ
Раздел 9. Технологии очистки газовых выбросов от растворимых примесей						
Тема 22. Методы удаления оксидов азота, серосодержащих соединений, галогенов из газовых выбросов. Практические работы. Расчёт тарельчатой абсорбционной колонны			1		8	
Тема 23. Очистка отходящих газов от летучих органических соединений, нефтепродуктов, фенолов, крезолов, альдегидов, кислот, спиртов, кетонов. Практические работы. Расчёт адсорбера неподвижного слоя. Расчёт реактора каталитической очистки воздуха.			1		8	НИ
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		4	8	4	182	
Консультации и промежуточная аттестация (Курсовая работа, Экзамен)		4,5			13,5	
Всего контактная работа и СР по дисциплине		20,5			195,5	

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта): заключаются в развитии навыка выбора метода очистки сточных вод и выбросов и технологического оборудования для осуществления процесса. Эти навыки необходимы в предстоящей практической деятельности по специальности.

Основной задачей курсового проектирования является углубление и закрепление знаний по теоретической и практической частям курса «Техника и технология очистки газовых и водных сред» и более глубокому осмыслению сведений, полученных на учебных практиках.

4.2 Тематика курсовой работы (проекта): Расчёт физико-химической системы очистки сточных вод от загрязнений.

Расчёт биологической аэробной системы очистки сточных вод от загрязнений.

Расчёт биологической анаэробной системы очистки сточных вод от загрязнений.

Расчёт установки очистки отходящего воздуха от пыли.

Расчёт адсорбционной системы очистки воздуха.

Расчёт абсорбционной системы очистки воздуха.

Расчёт каталитической системы очистки воздуха.

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

Работа выполняется самостоятельно, с использованием материалов по курсовому проектированию, данных, полученных в ходе производственной практики.

Результаты представляются в виде расчётно-пояснительной записки объемом 20-25 страниц, содержащей следующие обязательные элементы: введение, описание установки, технологический расчёт установки, список использованных источников. Работа оформляется в соответствии с ГОСТ 7.32–2017 «Отчет о научно-исследовательской работе».

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
ОПК-1	Формулирует теоретические положения, лежащие в основе методов очистки газовых и водных сред, описывает схемы установок очистки, принципы их работы, особенности, достоинства и недостатки. Для заданного предприятия, городского и сельского хозяйства и типа сточных вод или газовых выбросов составляет технологическую схему очистки, обосновывает свой выбор, используя литературу, поисковые системы интернет и данные о наилучших доступных технологиях. Для данной технологической схемы и параметрах выбросов и сбросов рассчитывает размеры и режимы работы основных узлов схемы.	
ОПК-3	Описывает действующие нормативы содержания загрязнений в воздухе и сточных водах, перечисляет основные параметры - предельно допустимые концентрации и их нормированные типы, предельно допустимые выбросы, временно согласованные выбросы. По заданному предприятию, количеству вырабатываемой продукции, нормам выделения загрязняющих веществ, количеству загрязнённой воды и воздуха рассчитывает валовый выброс каждого загрязнителя и их концентрацию, выбирает технологию и систему очистки, обосновывает сделанный выбор с учётом технологических, экологических и экономических условий и ограничений. Для заданной системы выбросов и сбросов, их количеству, составу и предложенной системе очистки рассчитывает размеры и режимы работы аппаратов необходимые для обеспечения требований к качеству очистки.	

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу. Качество исполнения всех элементов задания полностью соответствует всем требованиям.	Обучающийся всесторонне и глубоко разработал тему на основе широкого круга источников технической литературы и нормативно-технической документации, проявил самостоятельность, представил правильные расчеты и выводы, применил разнообразные методы решения, в том числе сверх оговоренных в задании; нет существенных недостатков в пояснительной записке (графической части и стиле изложения), при защите курсовой работы не допущены погрешности в интерпретации подхода к решению задачи и результатов
4 (хорошо)	Ответ полный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. Подход к материалу ответственный, но стандартный. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки. Индивидуальное задание выполнено в достаточном объеме, но ограничивается только основными подходами. Работа выполнена в соответствии с заданием. Имеются отдельные несущественные ошибки или отступления от правил оформления	Обучающийся в полном объеме выполнил задание на курсовую работу, проявил самостоятельность, представил правильные расчеты и выводы; нет существенных недостатков в пояснительной записке (графической части и стиле изложения), при защите курсового проекта допущены небольшие погрешности в интерпретации подхода к решению задачи и результатов. Обучающийся в полном объеме выполнил задание на курсовую работу, проявил самостоятельность, представил правильные расчеты и выводы; нет существенных недостатков в пояснительной записке (графической части и стиле изложения), при

	работы.	защите курсового проекта допущены небольшие погрешности в интерпретации подхода к решению задачи и результатов, допущены нарушения или небрежность в оформлении пояснительной записки
3 (удовлетворительно)	Ответ воспроизводит в основном только лекционные материалы, без самостоятельной работы с рекомендованной литературой. Демонстрирует понимание предмета в целом, без углубления в детали. Присутствуют существенные ошибки или пробелы в знаниях по некоторым темам, незнание (путаница) важных терминов.. Задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки, либо качество представления работы низкое.	Обучающийся в целом выполнил задание курсовой работы, но проявил недостаточную самостоятельность, и потребовалась существенная помощь преподавателя; нет существенных недостатков в пояснительной записке (графической части и стиле изложения). Обучающийся в целом выполнил задание курсовой работы, но проявил недостаточную самостоятельность, и потребовалась существенная помощь преподавателя; пояснительная записка оформлена небрежно.
2 (неудовлетворительно)	Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплин. Непонимание заданного вопроса. Неспособность сформулировать хотя бы отдельные концепции дисциплины. Содержание работы полностью не соответствует заданию.	Обучающимся представлена частично выполненная курсовую работу. Обучающимся представлена частично выполненная курсовую работу, при этом имеются грубые ошибки, свидетельствующие о непонимании студентом разрабатываемой им темы. Задание курсовой работы не выполнено, пояснительная записка не представлена

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
Курс 4	
1	Дисперсный состав пыли. Остаток и проход.
2	Функции распределения и плотности распределения частиц по размерам
3	Аспирационные установки. Инерционные пылеуловители
4	Устройство и принцип действия центробежных пылеуловителей
5	Тканевые фильтры в системах газоочистки.
6	Устройство и принцип действия скрубберов.
7	Очистка газов в электрическом поле. Устройство принцип действия электрофильтра
8	Схемы промышленных установок очистки газов от твердых и жидких частиц.
9	Вода и ее физические характеристики. Группы сточных вод.
10	Решетки, их виды и назначение.
11	Песколовки, их устройство и назначение
12	Смесители, их назначение и использование в схемах очистки сточных вод.
13	Горизонтальные и вертикальные отстойники, их назначение и применение
14	Макро- и микросита в системах водоочистки
15	Гидроциклоны. Применение в системах очистки промышленных сбросов.
16	Баромембранные методы очистки природных и сточных вод.
17	Усреднители, их устройство и назначение
18	Центрифуги, их устройство и назначение
19	Адсорбция. Механизм процесса. Промышленные адсорбенты.
20	Стадии процесса адсорбции. Десорбция. Расход теплоты. Конструкции адсорберов.
21	Применение адсорбции для очистки промышленных выбросов.
22	Абсорбция. Физическая абсорбция. Требования к абсорбентам. Десорбция
23	Абсорбция, сопровождающаяся химической реакцией. Учёт ускорения абсорбции. Конструкции и расчёт абсорберов.
24	Каталитические методы очистки промышленных выбросов примесей.
25	Катализаторы. Требования к катализаторам. Контактные аппараты

26	Схемы промышленных установок очистки газов от оксидов серы, азота и других соединений.
27	Флотационные методы очистки сточных вод.
28	Реагентная и безреагентная флотации
29	Флокулянты в технологии очистки стоков.
30	Безнапорная напорная флотация, ее назначение и аппаратное оформление.
31	Напорная флотация, ее назначение и аппаратное оформление.
32	Электрофлотация, механизм действия, область применения.
33	Флотация через пористые пластины и ее аппаратное оформление.
34	Ультрафильтрация и электродиализ.
35	Аэробный метод биохимического окисления органических загрязнений сточных вод.
36	Биоценоз активно ила. Механизм биохимической очистки сточных вод. Иловый индекс, биохимический показатель.
37	Биологическая пленка, ее микробиологический состав
38	Механизм биохимического окисления. Ферменты, их назначение.
39	Процессы нитрификации и денитрификации при биохимическом окислении органических загрязнений.
40	Удаление азота и фосфора в аэротенках.
41	Аэротенки – смесители, аэротенки – вытеснители, их устройство и назначение
42	Поля фильтрации, поля орошения, их устройство и назначение.
43	Биологические пруды в технологических схемах доочистки сточных вод
44	Биологические фильтры, их устройство и назначение.
45	Анаэробный метод биохимического окисления органических загрязнений сточных вод.
46	Аппараты, работающие в анаэробных условиях, их место в технологической схеме очистки сточных вод.
47	Схемы очистки бытовых и промышленных стоков от серосодержащих соединений.
48	Методы обезвреживания стоков и выбросов от оксидов азота.
49	Способы удаления из сточных вод азота и фосфора.
50	Технологические схемы очистки вентиляционных выбросов и сточных вод от органических веществ.
51	Технологические схемы установок очистки выбросов и водных потоков от хлора и фтора и их соединений различными методами
52	Выбор аппаратов и компоновки технологических схем для удаления тяжелых металлов из сточных вод
53	Методы обеззараживания сточных вод и их технологическая оценка

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Через адсорбер периодического действия проходит 5000 м³ воздуха, содержащего 10 г/м³ ацетона.

Концентрация ацетона на выходе из адсорбера

0,3 г/м³. Активность активного угля 5 %, диаметр адсорбера 2 м. Определить высоту слоя активного угля.

2. Рассчитать коэффициент массопередачи для газовой K_u и жидкой K_x фаз, если коэффициент массоотдачи для газовой фазы $\beta_u = 2,2$ кмоль/м³ч, а для жидкой фазы $\beta_x = 0,0197$ кмоль/м²ч мм рт.ст. константа фазового равновесия $m = 29$.

3. Определить средний суточный расход бытовых стоков для города с населением 220 000 человек, расположенного в средней полосе России. Коэффициенты неравномерности притока сточных вод: суточный 1,1; общий 1,25.

4. Расход воды в реке -15 м³/с, концентрация взвешенных частиц в речной воде - 5 г/м³. Сточные воды с расходом 0,3 м³/с с концентрацией взвешенных частиц

200 мг/л поступают на очистную станцию. Определить предельно допустимое содержание взвешенных частиц в спускаемых сточных водах, если степень смешения 0,75, а допустимое увеличение содержания взвешенных частиц для этого водоема 0,25 г/м³.

5. Определить прирост ила в аэротенке при величине БПКполн поступающей сточной воды $L_a = 170$ мг/л и концентрации взвешенных частиц $b = 150$ мг/л

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»

Успешная сдача лабораторного практикума

Сдача и защита курсовой работы.

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная

☐

Письменная

☐

Компьютерное тестирование

☐

Иная

☐

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Ветошкин, А. Г.	Инженерная защита атмосферы от вредных выбросов	Москва: Инфра-Инженерия	2019	http://www.iprbookshop.ru/86588.html
Витковская, Р. Ф., Петров, А. Н.	Техника и технология защиты окружающей среды. Биологическая очистка сточных вод	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна	2018	http://www.iprbookshop.ru/102567.html
Гудков, А. Г.	Механическая очистка сточных вод	Москва, Вологда: Инфра-Инженерия	2019	http://www.iprbookshop.ru/86601.html
Ветошкин, А. Г.	Инженерная защита гидросферы от сбросов сточных вод	Москва: Инфра-Инженерия	2019	http://www.iprbookshop.ru/86589.html
Ветошкин, А. Г.	Инженерная защита окружающей среды от вредных выбросов	Москва: Инфра-Инженерия	2019	http://www.iprbookshop.ru/86590.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Панов В. П., Бусыгин Н. Ю.	Инженерная защита окружающей среды	СПб.: СПбГУПТД	2014	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2049
Стрелков, А. К., Гриднева, М. А., Набок, Т. Ю., Дремина, Э. В.	Расчет и проектирование канализационных очистных сооружений	Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2016	http://www.iprbookshop.ru/62893.html
Стрелков, А. К., Теплых, С. Ю.	Охрана окружающей среды и экология гидросферы	Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ	2013	http://www.iprbookshop.ru/20495.html
Ветошкин, А. Г.	Техника и технология обращения с отходами жизнедеятельности. Часть 1. Системное обращение с отходами	Москва: Инфра-Инженерия	2019	http://www.iprbookshop.ru/78237.html
Панов В. П., Витковская Р. Ф.	Адсорбционно-каталитические процессы в защите окружающей среды	СПб.: СПбГУПТД	2013	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1762
Ветошкин, А. Г.	Основы инженерной защиты окружающей среды	Москва, Вологда: Инфра-Инженерия	2019	http://www.iprbookshop.ru/86614.html

Ветошкин, А. Г.	Техника и технология обращения с отходами жизнедеятельности. Часть 2. Переработка и утилизация промышленных отходов	Москва: Инфра-Инженерия	2019	http://www.iprbookshop.ru/78238.html
Бусыгин, Н. Ю., Багров, И. В.	Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна	2017	http://www.iprbookshop.ru/102528.html
Рамзаева Л. П., Багров И. В., Власов П. П.	Проектирование производственных систем защиты окружающей среды	СПб.: СПбГУПТД	2015	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2491

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. ЭБС «IPRbooks», <http://www.iprbookshop.ru>
2. ЭБС «СПбГУПТД», <http://publish.sutd.ru>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional
Microsoft Windows

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

- Лабораторные стенды
1. Испытание циклона.
 2. Изучение работы фильтра.
 3. Очистка сточных вод от нефтепродуктов.
 4. Реагентный метод очистки сточных вод.
 5. Изучение работы ультрафильтрационного аппарата.
 6. Изучение фотокаталитического окисления сточных вод.
 7. Изучение экспресс анализа анионов и катионов в воде

Аудитория	Оснащение
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска