

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор, проректор
по УР

_____ А.Е. Рудин

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.03

Теоретические основы энерго- и ресурсосберегающих процессов

Учебный план: 2026-2027 18.03.02 ИПХиЭ ТиТРПиЗОС ОО 1-1-172.plx

Кафедра:

18

Инженерной химии и промышленной экологии

Направление подготовки:
(специальность)

18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической
технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль подготовки:
(специализация)

Техника и технология ресурсосберегающих процессов и защита
окружающей среды

Уровень образования:

бакалавриат

Форма обучения:

очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоём- кость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
5	УП	32	32	89	27	5	Экзамен
	РПД	32	32	89	27	5	
Итого	УП	32	32	89	27	5	
	РПД	32	32	89	27	5	

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, утвержденным приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 923

Составитель (и):

д.т.н., профессор

Витковская Раиса
Федоровна

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой инженерной химии и
промышленной экологии

Бусыгин Николай
Юрьевич

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Бусыгин Николай
Юрьевич

Методический отдел:

МакароваС.В.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области теоретических основ методов и процессов инженерной защиты окружающей среды от антропогенного воздействия, позволяющие применять знания, умения для решения задач защиты окружающей среды.

1.2 Задачи дисциплины:

- Рассмотреть физико-химические основы обезвреживания техногенных отходов
- Раскрыть принципы методов очистки сбросов и выбросов производств, основанных на выделении примесей.
- Раскрыть принципы методов очистки сбросов и выбросов производств, основанных на превращении примесей.
- Раскрыть принципы биохимических методов очистки сбросов выбросов, твердых отходов.
- Научить обучающихся методам расчета экологических балансов производства и очистных сооружений.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Общая и неорганическая химия

Математика

Информационные технологии

Экология

Физика

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

Физическая химия

Органическая химия

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-1: Способен определять технологические решения, способствующие минимизации и (или) предотвращению негативного воздействия на окружающую среду

Знать: теоретические закономерности и явления методов очистки выбросов, сточных вод и утилизации отходов

Уметь: выделять основные факторы, влияющие на область применения и эффективность методов очистки выбросов, сточных вод и утилизации отходов.

Владеть: Владеть –навыками практического применения традиционных, перспективных и новых методов очистки выбросов, сточных вод и утилизации отходов.

ПК-4: Способен выполнять работы по модернизации и совершенствованию технологических процессов очистки газовых выбросов, сточных вод и обработки осадков

Знать: современные методы исследования в области ресурсосбережения, очистки и обезвреживания промышленных выбросов и сбросов.

Уметь: планировать и проводить экспериментальные исследования по очистке и обезвреживанию выбросов и сбросов; решать задачи по выбору и обоснованию метода очистки выбросов, сбросов и технологических схем.

Владеть: методами исследования технологических процессов и природных сред; методиками оценки эффективности очистных сооружений и принятых технических решений.

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)			
Раздел 1. Повышение эффективности процессов и модернизации оборудования	5					3
Тема 1. Способы повышения эффективности процессов разделения и энергозатрат		1		3	ИЛ	
Тема 2. Общие принципы повышения эффективности и энергосбережения.		1		3	ИЛ	
Тема 3. Характеристики загрязнения окружающей среды и основные методы её защиты		1	2	3	ИЛ	
Раздел 2. Коагуляция и флокуляция примесей сточных вод. Электрохимические процессы в очистке сточных вод.						3
Тема 4. Осаждение и осветление сточных вод. Практическое занятие: Эффективность удаления взвешенных веществ. Анализ и расчет		1	1	4		
Тема 5. Коагуляция примесей сточных вод. Практическое занятие. Коагуляционные процессы. Анализ и расчет.		1	2	8	ИЛ	
Тема 6. Теоретические основы флокуляции. Практическое занятие. Флокуляция. Анализ и расчет.		1	2	3	ИЛ	
Тема 7. Флотационное осветление сточных вод. Практическое занятие. Флотационная схема. Анализ технологических схем флотации.		1	2	3	ИЛ	
Тема 8. Очистка воды фильтрованием. Практическое задание. Фильтрация сточных вод. Построение технологических схем процессов и их анализ.		2	2	6	ИЛ	
Тема 9. Теоретические основы электрохимических процессов. Практическое занятие. Электроосаждение взвешенных веществ. Режимы осуществления процессов.		2	2	8	ИЛ	
Тема 10. Энергокоагуляция и электрофлотация. Практическое занятие. Электрокоагуляция, электрофлотация, электроразложение примесей. Анализ процессов.		2	2	7	ИЛ	
Раздел 3. Адсорбционная очистка сточных вод и промышленных выбросов.						0
Тема 11. Теоретические основы адсорбционных процессов.		2		3	ИЛ	
Тема 12. Кинетика и динамика адсорбции. Практическое занятие. Адсорбционные процессы. Анализ динамики процесса адсорбции.		2	2	6	ИЛ	

Тема 13. Ионнообменная адсорбция сточных вод. Практическое занятие. Ионнообменное извлечение металлов. Анализ процесса и расчет емкости катионитов.		2	2	4	ИЛ	
Тема 14. Адсорбционно-каталитические процессы в экологии. Практическое занятие. Очистка газовых выбросов на адсорбентах-катализаторах. Анализ закономерностей процессов.		2	1	6	ИЛ	
Тема 15. Равновесие в системах газ-жидкость.		1		3		
Тема 16. Абсорбционные методы санитарной очистки газов. Практическое занятие. Абсорбция примесей из выбросов. Расчет равновесия при очистке вентвыбросов.		2	2	4	ИЛ	
Тема 17. Очистка газов от твердых (жидких) загрязнений. Практическое задание. Санитарная очистка газовых выбросов методом хемосорбции.		2	2	4	ИЛ	
Раздел 4. Энергохимические процессы в экологии. Биохимические методы обезвреживания сбросов и выбросов.						
Тема 18. Фотохимические и фотокаталитические методы обезвреживания сбросов и выбросов. Практическое занятие. Катализ в защите окружающей среды. Анализ режимов каталитического окисления примесей.		1	1	3	ИЛ	
Тема 19. Термические методы обезвреживания техногенных отходов. Практическое занятие. Термические методы обезвреживания техногенных отходов. Анализ путей и способов применения.		2	3	3	ИЛ	О
Тема 20. Биохимические очистные сооружения. Практическое занятие. Биологические сооружения. Анализ эффективности аэротенков и биофильтров.		2	2	3	ИЛ	
Тема 21. Методы фитоочистки сточных вод. Практическое занятие. Очистка стоков высшими растительными организмами. Применение процессов фитоочистки на практике.		1	2	2	ИЛ	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		32	32	89		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5		24,5		
Всего контактная работа и СР по дисциплине		66,5		113,5		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

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	Объясняет основы физикохимии и технологии обезвреживания техногенных образований. Принципы выбора методов обезвреживания токсичных техногенных образований и построения технологических схем. Обосновывает использование характеристик химических реакций, равновесные концентрации веществ для определения основных физических характеристик токсичных веществ, оценки антропогенного воздействия на окружающую среду. Внедряет план мероприятий по охране окружающей среды с целью повышения экологической безопасности и предупреждения возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.	Перечень вопросов для устного собеседования. Типовые практико-ориентированные задания.
ПК-4	Анализирует механизмы и кинетику взаимодействия компонентов сложных гетерогенных систем с вводимыми реагентами, обеспечивающих очистку газовых и жидких отходов от токсичных примесей. Классифицирует основные источники негативного техногенного воздействия на окружающую среду, определяет и оценивает их параметры, сопоставляет с ними основные методы, технику и технологии обеспечения техносферной безопасности. Предлагает конкретные технические решения и наилучшие доступные технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду и защиту производственного персонала.	Перечень вопросов для устного собеседования. Типовые практико-ориентированные задания.

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 практико-ориентированного задания полностью соответствует всем требованиям.	
4 (хорошо)	Ответ полный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. Подход к материалу ответственный, но стандартный. Индивидуальное практико-ориентированное задание выполнено в достаточном объеме, но ограничивается только основными подходами. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки. Имеются отдельные несущественные ошибки при выполнении практико-ориентированного задания и отступления от правил оформления работы.	
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. Практико-ориентированное задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки.	
2 (неудовлетворительно)	Неспособность ответить на вопрос без	

	помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки. Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов практико-ориентированного задания, а также многочисленные грубые ошибки. Непонимание заданного вопроса. Неспособность сформулировать хотя бы отдельные концепции дисциплины. Практико-ориентированное задание не выполнено. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки).	
--	---	--

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 5	
1	Принципы расчета рассеивания примесей в атмосфере.
2	Основы предотвращения воздействия физических факторов на окружающую среду.
3	Термохимические процессы обезвреживания техногенных отходов.
4	Основные закономерности процессов механической обработки твердых техногенных отходов.
5	Основы процессов утилизации твердых и бытовых отходов.
6	Основы процессов фитоочистки почв и сточных вод.
7	Технология биологической очистки промышленных и хозяйственных сточных вод.
8	Основы биохимических методов очистки сбросов.
9	Основные закономерности фотокаталитических процессов очистки стоков.
10	Фотохимическое обезвреживание сточных вод.
11	Физические основы очистки газов от пыли гравитационными, инерционными методами и фильтрованием.
12	Дисперсный состав и свойства пыли.
13	Экстракционные методы очистки сточных вод.
14	Абсорбционные методы санитарной очистки вентиляционных газов.
15	Кинетика абсорбции (физической и с химическим взаимодействием).
16	Адсорбционная очистка промышленных выбросов. Равновесие в системах газ-жидкость.
17	Умягчение природной воды методом катионного обмена.
18	Равновесие и кинетика процессов ионного обмена.
19	Ионообменная очистка сточных вод. Иониты.
20	Основы технологического оформления адсорбционно-каталитических процессов.
21	Физико-химические основы адсорбционно-каталитической очистки газовых выбросов.
22	Динамика адсорбции. Динамическая адсорбционная емкость. Степень очистки.
23	Основные виды пористых адсорбентов. Кинетика адсорбции.
24	Адсорбционная очистка сточных вод и газовых выбросов. Изотермы адсорбции. Теории адсорбции.
25	Электродиализ и электрофорез, основы процессов и их применения.
26	Электрокоагуляция, теория, достоинства и недостатки.
27	Гальванокоагуляция в промышленной очистке сбросов.
28	Электрокоагуляционная очистка сточных вод.
29	Катодные и анодные процессы, процессы электрохимического окисления и восстановления в сточных водах.
30	Теоретические основы электрохимических процессов при очистке природных и сточных вод.
31	Фильтрующие материалы. Технология осветления природных и сточных вод фильтрованием.
32	Кинетика осветления сточных вод фильтрованием.
33	Флотация. Технологические основы флотационных процессов.

34	Технологические основы очистки сточных вод коагуляционно-флокуляционным методом.
35	Флокуляционное осветление сточных вод. Флокулянты, виды.
36	Особенности применения различных коагулянтов при очистке сточных вод.
37	Коагуляция взвешенных частиц в дисперсных системах.
38	Гидролиз солей – коагулянтов и изменение pH.
39	Выделение грубодисперсных частиц отстаиванием и мелких частиц центрифугированием.
40	Технологическое моделирование процессов осветления сточных вод.
41	Осветление сточных вод под действием сил тяжести.
42	Дисперсные системы. Размеры частиц, кинетическая и агрегативная устойчивость дисперсных систем.
43	Классификация примесей в промышленных выбросах и сбросах.

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрены.

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Определить расход твердого коагулянта $Al_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$, вводимого на кубометр сточной воды для осаждения взвешенных веществ, если необходимая доза коагулянта составляет 100 мг/дм³ по металлу.

2. Определить расход активированного угля, используемого для извлечения на 95 % фенола из сточной воды при его содержании 0,2 мг/дм³, если адсорбционная емкость активированного угля составляет 10 мг/г угля. Расчет провести на 1 м³ сточной воды.

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»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☐ + Письменная ☐ Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- время на подготовку по билету составляет 30 минут;
- выполнение практико-ориентированного задания составляет 45 минут.

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 окружающей среды от вредных выбросов	Москва: Инфра-Инженерия	2019	http://www.iprbookshop.ru/86590.html
Ветошкин, А. Г.	Основы инженерной защиты окружающей среды	Москва, Вологда: Инфра-Инженерия	2019	http://www.iprbookshop.ru/86614.html
Панов В. П., Бусыгин Н. Ю.	Инженерная защита окружающей среды	СПб.: СПбГУПТД	2014	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2049
Ибрагимова Р. И., Маркова Т. И., Пеганова Н. В.	Теоретические основы инженерной защиты окружающей среды	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2024	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2024196
Новиков, В. К.	Экология и инженерная защита окружающей среды	Москва: Московская государственная академия водного транспорта	2020	https://www.iprbookshop.ru/97330.html
Ветошкин, А. Г.	Инженерная защита атмосферы от вредных выбросов	Москва, Вологда: Инфра-Инженерия	2023	https://www.iprbookshop.ru/133400.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				

Ветошкин, А. Г.	Инженерная защита гидросферы от сбросов сточных вод	Москва: Инфра-Инженерия	2019	http://www.iprbookshop.ru/86589.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

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. <http://www.edu.ru> - Федеральный портал «Российское образование»
2. www.gost.ru/wps/portal Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
3. URL: <http://standard.gost.ru/wps/portal> портал Росстандарта по стандартизации
4. ЭБС «IPRbooks», <http://www.iprbookshop.ru>
5. ЭБС «СПбГУПТД», <http://publish.sutd.ru>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Microsoft Windows

MicrosoftOfficeProfessional

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

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