

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Образовательно-научный институт физико-химических технологий и мате-
риаловедения (ИФХТиМ)

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института:
_____ Мацулевич Ж.В.

«20» марта 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ОД.4 Ресурсосбережение и экологическая безопасность
электрохимических производств
для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология

Направленность: «Технология электрохимических производств»,

Форма обучения: Очная

Год начала подготовки: 2025

Выпускающая кафедра: ТЭП и ХОВ

Кафедра-разработчик: ТЭП и ХОВ

Объем дисциплины: 144/4
часов/з.е

Промежуточная аттестация: экзамен (6 семестр)

Разработчик: Исаев В.В., к.т.н., доцент

Нижний Новгород
2025

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 07 августа 2020 г. № 922 на основании учебного плана 2025 года приема, принятого УМС НГТУ, протокол от 12.12.2024 г. № 5.

Рабочая программа принята на заседании кафедры

«Технология электрохимических производств и химии органических веществ» (ТЭПиХОВ)

Протокол заседания от «03» марта 2025 г. №6

Зав. кафедрой к.т.н., доцент Ивашкин Е.Г. _____

Рабочая программа утверждена на заседании Учебно-методического совета института физико-химических технологий и материаловедения

Протокол заседания от «20» марта 2025 г. №6

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 18.03.01-тэп-35

Начальник МО _____ Е.Г. Севрюкова

Заведующая отделом комплектования НТБ

(подпись)

Н.И. Кабанина

Оглавление

ОГЛАВЛЕНИЕ	3
1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.2. ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	7
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ	8
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	13
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	16
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПЕЧАТНЫЕ ИЗДАНИЯ БИБЛИОТЕЧНОГО ФОНДА	16
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА	16
6.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	17
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	18
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	18
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	18
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	18
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	19
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ..	20
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	20
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА	20
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ	20
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ	21
10.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ.....	21
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	21
11.1. ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	21
11.2. ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ В ФОРМЕ ЭКЗАМЕНА	21
11.3. ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ	22

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины являются: формирование у студентов общего мировоззрения о ресурсосбережении и экологической безопасности электрохимических производств, цельного представления о процессах и явлениях, происходящих в неживой и живой природе, научного способа мышления, умения видеть естественнонаучное содержание проблем, возникающих в практической деятельности специалиста, а также развитие ресурсосберегающего и экологического мышления.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- изучение законов окружающего мира в их взаимосвязи;
- ознакомление студентов с различными методами очистки воздуха и воды от токсичных веществ и методами их рекуперации;
- изучение различных методов очистки воздуха и различных газов от серосодержащих соединений, оксидов азота, углерода, галогенов, галогеноводородов;
- изучение различных методов очистки воды от токсичных веществ различными физическими и физико-химическими методами;
- освоение основных физических и физико-химических теорий, позволяющих описать явления в природе, и пределов применимости этих теорий для решения современных и перспективных химико - технологических задач;
- формирование у студентов основ естественнонаучной картины мира;
- формирование навыков по применению положений физической химии, неорганической и органических химии к грамотному научному анализу ситуаций, с которыми инженеру приходится сталкиваться при решении вопросов ресурсосбережения и экологии.
- овладение фундаментальными принципами и методами решения научно-технических задач;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.ОД.4 «Ресурсосбережение и экологическая безопасность электрохимических производств» (Б1.В.ОД.4) относится к дисциплинам базовой части, обязательная дисциплина вариативной части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» рабочего учебного плана ОП по направлению 18.03.01 «Химическая технология», направленность: «Технология электрохимических производств» и осваивается в 6 семестре..

Для успешного освоения дисциплины студенту необходимы знания курсов «Математика», «Физика», «Химия элементов», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», «Физическая химия», «Органическая химия», «Электротехника и промышленная электроника», «Процессы и механические аппараты химических производств», «Теоретическая электрохимия», «Коррозия и защита металлов».

Дисциплина «Ресурсосбережение и экологическая безопасность электрохимических производств» является основой для последующего изучения дисциплин «Физико-химические методы исследования металлов и сплавов», «Электрохимические технологии», «Оборудование и основы проектирования цехов гальванопокрытий», «Оборудование и основы проектирования химических источников тока». Приобретенные в рамках дисциплины «Ресурсосбережение и экологическая безопасность электрохимических производств» умения применяются в производственной (преддипломной) практике в 8 учебном семестре.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующих профессиональных компетенций в соответствии с ОП ВО по специальности 18.03.01 Химическая технология:

ПК-2 Готов к разработке рациональных предложений по комплексному использованию сырья и утилизации отходов производства

ПК-1 Способен к обработке и анализу научно-технической информации и оформлению результатов исследований.

Формирование указанных компетенций размещено в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Дисциплины, участвующие в формировании компетенций ПК

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ПК-2								
Ресурсосбережение и экологическая безопасность электрохимических производств (Б.1В.ОД.4)							Red	
Оборудование и основы проектирования химических источников тока (Б.1В.ОД.9)								Grey
Химическая технология природных энергоносителей (ФТД.1)						Grey		
Технологическая практика (Б2.П.1)						Grey		
Преддипломная практика (Б2.П.3)								Grey
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (Б3.Д.1)								Grey
ПК-1								
Коррозия и защита металлов (Б1.В.ОД.1)						Grey		
Теоретическая электрохимия (Б1.В.ОД.2)					Grey			
Моделирование химико-технологических процессов (Б1.В.ОД.3)						Grey		
Ресурсосбережение и экологическая безопасность электрохимических производств (Б.1В.ОД.4)						Red		
Химические реакторы (Б.1В.ОД.7)							Grey	
Электрохимические технологии (Б.1В.ОД.8)							Grey	
Оборудование и основы проектирования химических источников тока (Б.1В.ОД.9)								Grey
Ознакомительная практика (Б2.У.1)				Grey				
Технологическая практика (Б2.П.1)					Grey			
Научно-исследовательская работа (Б2.П.2)						Grey		Grey
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (Б3.Д.1)								Grey

Таблица 3.2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства				
		Текущего контроля	Промежуточной аттестации						
Тип профессиональной деятельности – научно-исследовательский									
Трудовая функция: А/06.6 (ПС 26.001) А/06.6 Разработка предложений по комплексному использованию сырья и утилизации отходов производства									
ПК-2 Готов к разработке рациональных предложений по комплексному использованию сырья и утилизации отходов производства	ИПК-2.1. Осуществляет разработку рациональных предложений по комплексному использованию сырья	<p>Знать: Знать химические реакции, происходящие в технологических процессах, в результате которых происходит удаление вредных и токсичных веществ из окружающей среды</p>	<p>Уметь: Выделять химические реакции, позволяющие удалять вредные вещества из окружающей среды и технологические процессы регенерации отработанных растворов.</p>	<p>Владеть: навыками анализа учебной и научной литературы для нахождения описания технологических процессов утилизации и обезвреживания токсичных веществ;</p>	Защита реферата	Вопросы для устного собеседования, экзаменационные билеты			
	ИПК-2.2. Осуществляет разработку методик по утилизации отходов производства	<p>Знать: механизмы химических реакций, обеспечивающих очистку окружающей среды от токсичных веществ</p>	<p>Уметь: применять полученные знания при выборе способа очистки окружающей среды от токсичных веществ;</p>	<p>Владеть: навыками применения полученных знаний при разработке экологически чистых технологических процессов.</p>	Защита реферата	Вопросы для устного собеседования, экзаменационные билеты			
Трудовая функция: А/01.5 (ПС 40.011) А/01.5 Осуществление проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований									
ПК-1 Способен к обработке и анализу научно-технической информации и оформлению результатов исследований.	ИПК-1.1. Обрабатывает и анализирует полученную научно-техническую информацию	<p>Знать: работать с литературой по вопросам ресурсосбережение и экологической безопасности; методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований; методы и средства планирования и организации исследований и разработок;</p>	<p>Уметь: применять нормативную документацию в соответствующей области знаний; применять методы анализа научно-технической информации;</p>	<p>Владеть: методами анализа эффективности выбора способа экологической безопасности;</p>	Защита реферата	Вопросы для устного собеседования, экзаменационные билеты			

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач. ед. 144 часов, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		6 сем
Формат изучения дисциплины	очная	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144	144
1. Контактная работа:	41	41
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	34	34
занятия лекционного типа (Л)	34	34
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др.)	-	-
лабораторные работы (ЛР)	-	-
1.2. Внеаудиторная, в том числе	7	7
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	-	-
текущий контроль, консультации по дисциплине	7	7
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	-	-
2. Самостоятельная работа (СРС)	58	58
реферат/эссе (подготовка)	8	8
расчёто-графическая работа (РГР) (подготовка)	-	-
контрольная работа	-	-
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	-	-
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.), в т.ч. подготовка к зачёту	50	50
Подготовка к зачету (контроль)	45	45

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4.2 – Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)						
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия							
6 семестр											
ПК-2 ИПК - 2.1 ИПК - 2.2 ПК- 1 ИПК-1.1	Раздел 1. Химическая промышленность в производственной деятельности человека.						Презентация	Конспект лекций			
	Тема 1.1. Окружающая среда. Человек как компонент окружающей среды	0,5			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.7]					
	Тема 1.2 Производственная деятельность человека и ресурсы планеты.	0,5			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.7]					
	Тема 1.3. Ресурсы и рациональное использование сырья	0,5			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.7]					
	Тема 1.4. Человеческое общество и проблемы энергии	0,5			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.7]					
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				5,0						
	реферат, эссе (тема)										
	расчёто-графическая работа (РГР)										
Итого по 1 разделу		2,0	-	-	5,0						
ПК-2 ИПК - 2.1 ИПК - 2.2 ПК- 1 ИПК-1.1	Раздел 2. Очистка атмосферы от пылей и токсичных газов электрохимических производств. Абсорбционные методы очистки газов						Презентация	Конспект лекций			
	Тема 2.1. Очистка отходящих газов от пылей и туманов. Рекуперация пылей.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]					
	Тема 2.2 Абсорбционные методы очистки отходящих газов. Очистка от SO ₂	1,0			1,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.5]					
	Тема 2.3 Рекуперационные методы очистки с регенерацией хемосорбентов: магне-	1,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.7]					

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)			
	зитовый, цинковый методы, абсорбция органическими соединениями, аммиачный метод							
	Тема 2.4. Очистка газов от сероводорода. Вакуум-карбонатный, фосфатный, мышьяково-щелочной железо-содовый, щелочно-гидрохиноновый методы	1,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.7]		
	Тема 2.5. Очистка газов от оксидов азота. Абсорбция водой, щелочами, селективными абсорбентами	1,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.7]		
	Тема 2.6. Очистка газов от галогенов и их соединений. Абсорбция водой, известковым молоком, аммонийными солями.	1,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.7]		
	Тема 2.7 Очистка газов от оксида углерода (II)	1,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.7]		
	Практическое занятие							
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчёто-графическая работа (РГР)							
	Итого по 2 разделу	8,0	-		10,0			
ПК-2 ИПК - 2.1 ИПК - 2.2 ПК- 1 ИПК-1.1	Раздел 3. Адсорбционные и хемосорбционные методы очистки газов						Презентация	Конспект лекций
	Тема 3.1 Основные адсорбенты, применяемые в промышленности	1,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]		
	Тема 3.2 Десорбция поглощенных примесей	1,0			2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.1],		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)			
						[.6.1.2], [6.1.5]		
	Тема 3.3. Адсорбция паров летучих растворителей	1,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]		
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчёто-графическая работа (РГР)							
	Итого по 3 разделу	3,0			5,0			
ПК-2 ИПК - 2.1 ИПК - 2.2 ПК- 1 ИПК-1.1	Раздел 4. Защита гидросферы от промышленных загрязнений						Презентация	Конспект лекций
	Тема 4.1 Свойства и классификация сточных вод. Оборотное водоснабжение. Удаление взвешенных частиц из сточных вод.	1,0			3,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.7]		
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчёто-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 4 разделу	1,0			3,0			
ПК-2 ИПК - 2.1 ИПК - 2.2 ПК- 1 ИПК-1.1	Раздел 5. Физико-химические методы очистки сточных вод						Презентация	Конспект лекций
	Тема 5.1 Коагуляция и флокуляция	1,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]		
	Тема 5.2 Флотация с выделением воздуха из раствора, вакуумная флотация, химическая и биологическая флотации	2,0			3,0			
	Тема 5.3. Адсорбционные методы очистки сточных вод. Регенерация адсорбента	2,0			3,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.7]		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)			
	Тема 5.4. Ионный обмен. Природные и синтетические иониты. Основы процесса ионного обмена. Регенерация ионитов.	2,0			3,0			
	Тема 5.5. Экстракция. Основные понятия, требования к экстрагентам. Извлечение фенолов из сточных вод методом экстракции.	3,0			4,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.7]		
	Тема 5.6. Обратный осмос и ультрафильтрация. Аппаратура для ультрафильтрации.	2,0			3,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.7]		
	Тема 5.7 Десорбция, дезодорация и дегазация. Очистка сточных вод этими методами.	2,0			3,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.7]		
	Тема 5.8. Электрохимические методы очистки сточных вод. Анодное окисление и катодное восстановление. Очистка сточных вод от цианид-ионов, сульфид-ионов, от ионов тяжелых металлов. Электроагрегация, электрофлотация, электродиализ.	2,0			3,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.7]		
	Тема 5.9. Химические методы очистки сточных вод: нейтрализация, окисление и восстановление, окисление хлором, пероксидом водорода, кислородом воздуха, озонирование. Удаление ионов тяжелых металлов, очистка от соединений ртути, цинка, меди, никеля, свинца, кадмия	4,0			3,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.7]		
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела:				27			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)			
	реферат, эссе (тема)							
	расчёто-графическая работа (РГР)							
	Итого по 5 разделу	20	-	-	27			
	реферат				8			
	Итого по дисциплине	34	-	-	58			

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Для осуществления текущего контроля знаний, обучающихся предусмотрено подготовка и защита реферата.

Сформирован перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме экзамена в 6 семестре.

Указанный комплект оценочных средств является неотъемлемой частью фонда оценочных средств и хранится на кафедре «Технология электрохимических производств и химии органических веществ».

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле, оценка выполнения реферата приведено в таблице 5.

Таблица 5 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле оценка выполнения

Шкала оценивания	Реферат	Экзамен
$40 < R \leq 50$	Отлично	Отлично
$30 < R \leq 40$	Хорошо	Хорошо
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно	Удовлетворительно
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно	незачет

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Таблица 6 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПК-2 Готов к разработке рациональных предложений по комплексному использованию сырья и утилизации отходов производства	ИПК-2.1. Осуществляет разработку рациональных предложений по комплексному использованию сырья	Не знаком с химическими реакциями, происходящими в технологических процессах, в результате которых происходит удаление вредных и токсичных веществ из окружающей среды; Не имеет понятия о навыках анализа учебной и научной литературы для нахождения описания технологических процессов утилизации и обезвреживания токсичных веществ.	Слабо знаком с химическими реакциями, происходящими в технологических процессах, в результате которых происходит удаление вредных и токсичных веществ из окружающей среды; Имеет слабые понятия о навыках анализа учебной и научной литературы для нахождения описания технологических процессов утилизации и обезвреживания токсичных веществ.	Хорошо знаком с химическими реакциями, происходящими в технологических процессах, в результате которых происходит удаление вредных и токсичных веществ из окружающей среды; Достаточно уверенно владеет навыками анализа учебной и научной литературы для нахождения описания технологических процессов утилизации и обезвреживания токсичных веществ.	Отлично знаком с химическими реакциями, происходящими в технологических процессах, в результате которых происходит удаление вредных и токсичных веществ из окружающей среды. Уверенно владеет навыками анализа учебной и научной литературы для нахождения описания технологических процессов утилизации и обезвреживания токсичных веществ.
	ИПК-2.2. Осуществляет разработку методик по утилизации отходов производства	Не знает механизмы химических реакций, обеспечивающих очистку окружающей среды от токсичных веществ. Не имеет понятия о навыках применения полученных знаний при разработке экологически чистых технологических процессов	Слабо знает механизмы химических реакций, обеспечивающих очистку окружающей среды от токсичных веществ. Имеет слабые понятия о навыках применения полученных знаний при разработке экологически чистых технологических процессов.	Хорошо знаком с механизмами химических реакций, обеспечивающих очистку окружающей среды от токсичных веществ. Достаточно уверенно применяет полученные знания при выборе способа очистки окружающей среды от токсичных веществ; владеет навыками применения полученных знаний при разработке экологически чистых технологических процессов	Отлично знаком с механизмами химических реакций, обеспечивающих очистку окружающей среды от токсичных веществ. Уверенно применяет полученные знания при выборе способа очистки окружающей среды от токсичных веществ; уверенно владеет навыками применения полученных знаний при разработке экологически чистых технологических процессов

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПК-1 Способен к обработке и анализу научно-технической информации и оформлению результатов исследований	ИПК-1.1. Обрабатывает и анализирует полученную научно-техническую информацию	Не знаком с методами анализа и обобщения отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований; методами и средствами планирования и организации исследований и разработок; Не имеет понятия о методах анализа эффективности выбора способа экологической безопасности;	Слабо знаком с методами анализа и обобщения отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований; методами и средствами планирования и организации исследований и разработок; Имеет слабые понятия о методах анализа эффективности выбора способа экологической безопасности;	Хорошо знаком с методами анализа и обобщения отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований; методами и средствами планирования и организации исследований и разработок; Имеет достаточно хорошие понятия о методах анализа эффективности выбора способа экологической безопасности;	Отлично знаком с методами анализа и обобщения отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований; методами и средствами планирования и организации исследований и разработок; Имеет уверенные понятия о методах анализа эффективности выбора способа экологической безопасности;

Таблица 7 – Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « отлично » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « хорошо » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « удовлетворительно » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « неудовлетворительно » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

6.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда, электронные издания.

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль). Издания, находящиеся в электронном доступе (электронный ресурс), удовлетворяют этому требованию автоматически. Электронный доступ приведен в виде ссылок после обычного описания издания.

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
6.1.1	Бакаев В.В., Смирнова В.М., Трунова И.Г., Ивашкин Е.Г.	Экология химико-технологических производств. Термовой баланс производственных помещений	Н.Новгород, НГТУ, 2011	Учебное пособие	13
6.1.2	А.В.Тотай	Экология	М.:Юрайт, 2012	Учебное пособие, рек-но: М-во образования и науки	1
6.1.3	Семенова И.В.	Промышленная экология	М.: Изд. Центр “Академия”, 2009		1 (на кафедре ТЭП)
6.1.4	Виноградов С.С.	Промывные операции в гальваническом производстве	М. Глобус, 2007	Учебное пособие, допущено ученым советом РХТУ	1 эл.вид
6.1.5	Виноградов С.С.	Организация производства. Обору-	М. Глобус, 2005	Учебное пособие, допущено ученым	1 эл.вид

		дование, расчет производства		советом РХТУ	
6.1.6	Родионов А.И.	Защита биосфера от промышленных выбросов	М.: Химия, Коллос, 2005 г., 392 с.		
6.1.7	Перелыгин Ю.П., Зеркина О.В. Рашевская И.В., Николаева С.Н.	Реагентная очистка сточных вод и утилизация отработанных растворов и осадков гальванических производств	Пенза Из-во ПГУ 2013 г. 80 с.	Учебное пособие	

6.2. Справочно-библиографическая литература.

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
6.2.1.	Гутенев В.В.	Промышленная экология	М.:МарТ, 2007	Учебное пособие	1
6.2.2.	Кудрявцев В.Н., Окулов В.В.	Сборник практических материалов для технологов-гальваников, экологов	М. :Изд. центр РХТУ, 2012	-	2

6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания и рекомендации по проведению конкретных видов учебных занятий по дисциплине «Ресурсосбережение и экологическая безопасность электрохимических производств» находятся на кафедре «Технология электрохимических производств и химии органических веществ».

7.ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
- Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
- Электронно-библиотечная система Znaniум.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
- Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
- Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.

6. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
7. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8 – Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/
4	TNT-ebook	https://www.tnt-ebook.ru/

В таблице 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Таблица 9 – Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)	3
			1
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts	
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	https://cyberpedia.su/21x47c0.html	

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих форму, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для контактной и самостоятельной работы обучающихся выделены помещения, оснащённые компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации:

- зал электронно-информационных ресурсов (ауд. 1160 – 15 компьютеров);
- читальный зал открытого доступа (ауд. 6162 – 2 компьютера);
- ауд. 2303, 2202, оборудованные Wi-Fi.

При проведении лекций и лабораторных практикумов на кафедре используется материально-техническое оснащение аудиторий и лабораторий кафедры, применяемое в реализации учебного процесса, приведенное в образовательной программе профиля «Технология электрохимических производств»: лабораторные приборы (комплект лабораторного оборудования для контроля качества материалов, приборы для контроля качества получаемых покрытий); компьютерная и офисная техника (ПК, принтер, копировальная техника).

№	Наименование аудиторий и помещений кафедры	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	1345 Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра «Технология электрохимических производств и химии органических веществ»), 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 24, корп. 1	1. Доска меловая; 2. Экран настенный; 3. Рабочее место преподавателя; 4. Рабочее место студента - 28 чел. 5. Мультимедийный проектор Epson ER; 6. Персональный компьютер, Intel(R) Core(TM) i3-3220 CPU @ 3.30 GHz 4,00 ГБ ОЗУ /HDD 500.	1. Windows SL 8.1 (подпись Dr. Spark Prem, договор № 0509/KMP от 15.10.18) 2. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024). Распространяемое по свободной лицензии: 3 Adobe Acrobat Reader X (Freeware); 4. P7 офис 5. Zoom (Free) (1 шт.)
2	1118 Лабораторный зал Учебная лаборатория (для проведения занятий лабораторного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра «Технология электрохимических производств и химии органических веществ»), 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 24, корп. 1	1. Доска меловая; 2. Рабочее место преподавателя; 3. Рабочее место студента - 24 чел. 1. Персональный компьютер, Intel(R) Pentium(R) 4 CPU 3.00 GHz 512 МБ ОЗУ /HDD 19.5 /HDD 74.5; 2. Персональный компьютер, Intel(R) Pentium(R) 4 CPU 3.00 GHz 512 МБ ОЗУ /HDD 74.5; 3. Персональный компьютер, Intel(R) Celeron(TM) CPU 1000 MHz 192 МБ ОЗУ /HDD 29.2 /HDD 26.5.	1. WinXP (Dream Spark Premium 700087777); 2. Adobe Acrobat Reader X (Freeware); 3. MSOffice 2007 Standard Russian Academic OPEN No Level (Microsoft Open License Academic № 45990647 (бессрочная)); (1 шт.) 4. ПО для потенциостата PS-Pack 5. ПО для импедансметра Zpack

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная.

При преподавании дисциплины «Ресурсосбережение и экологическая безопасность электрохимических производств», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Для студентов создан краткий опорный электронный вариант лекционного материала курса. Электронный конспект находится на кафедре «ТЭПиХОВ» и может быть получен студентом в случае пропусков занятий по уважительным причинам или вынужденно-го перевода занятий в дистанционную форму.

На лекциях, практических и лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype, Zoom.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенций применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Лабораторные работы не предусмотрены.

10.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Практические занятия не предусмотрены.

10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в разделе 9). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Развернутые методические указания по всем видам работы студента находятся на кафедре «ТЭПиХОВ».

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- подготовка и защита реферата;
- экзамен.

11.1. Типовые вопросы для лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены

11.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена

11.2.1. Вопросы к экзамену, проводимому по окончании 6 семестра

1. Основные понятия и определения промышленной экологии.
2. Цели и задачи промышленной экологии.
3. Основные практические мероприятия по снижению негативного воздействия электрохимических производств на окружающую среду
4. Основы классификации производственных загрязнений.
5. Инженерные методы разработки экологически безопасных технологий.
6. Обезвреживание, утилизация и регенерация, их целевое назначение, задачи, примеры.
7. Методы регенерации, утилизации и обезвреживания
8. Классификация методов обезвреживания, утилизации и регенерации.
9. Анализ эффективности методов обезвреживания, утилизации и регенерации.
10. Механизмы реакций при регенерации.
11. Механизмы реакций при обезвреживании
12. Механизмы реакций при утилизации.

13. Реагентный метод очистки от ионов тяжелых металлов.
14. Принципиальная схема реагентного метода очистки от ионов тяжелых металлов
15. Реагентный метод очистки от ионов хрома.
16. Принципиальная схема реагентного метода очистки от ионов хрома.
17. Реагентный метод очистки от CN-ионов.
18. Принципиальная схема реагентного метода очистки от CN-ионов.
19. Электрокоагуляционный метод.
20. Принципиальная схема электрокоагуляционного метода.
21. Гальванокоагуляционный метод.
22. Принципиальная схема гальванокоагуляционного метода.
23. Ионообменная очистка.
24. Катиониты и аниониты, применяемые для очистки промывных вод гальванических производств.
25. Принципиальная схема ионообменной очистки.
26. Метод электрофлотации.
27. Принципиальная схема метода электрофлотации.
28. Метод электродиализа.
29. Принципиальная схема метода электродиализа.
30. Устройство двухкамерного электродиализатора.
31. Устройство трехкамерного электродиализатора.
32. Устройство многокамерного электродиализатора.
33. Метод обратного осмоса.
34. Принципиальная схема метода обратного осмоса.
35. Метод ультрафильтрации.
36. Принципиальная схема метода ультрафильтрации.
37. Метод электролиза.
38. Химические методы очистки сточных вод.
39. Биологические методы очистки сточных вод.

11.3. Типовые вопросы для текущего контроля

Примерные темы рефератов.

1. Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов с использованием ионитов.
2. Очистка воздуха от серосодержащих соединений.
3. Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов электрохимическими методами.
4. Очистка воздуха от оксидов азота
5. Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов химическими методами