

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
материаловедения (ИФХТиМ)

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института:
_____ Мацулевич Ж.В.
“08” июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.Од.1 «Научные основы процессов массопереноса и разделения»

для подготовки магистров

Направление подготовки: 18.04.01 Химическая технология

Направленность: Электрохимические процессы и производства

Форма обучения: Очная

Год начала подготовки: 2021

Выпускающая кафедра: ТЭПиХОВ

Кафедра-разработчик: ТЭПиХОВ

Объем дисциплины: 144/4
часов/з.е

Промежуточная аттестация: экзамен (1 семестр)

Разработчик: Гунько Ю.Л., д.т.н., профессор

Нижний Новгород

2021

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 07 августа 2020 г. № 910 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ, протокол от 03.12.2020 № 4

Рабочая программа принята на заседании кафедры «Технология электрохимических производств и химии органических веществ»

Протокол заседания от «03» июня 2021 г. №7

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 «08» июня 2021 г. №1

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 18.04.01-Э-7.

Начальник МО _____

Заведующая отделом комплектования НТБ

Н.И. Кабанина

(подпись)

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 4

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 8

- 4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ 8
- 4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ 9

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 17
- 6.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ 21

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 СИСТЕМ СПРАВОЧНЫХ 19

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ 19

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ 20

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ 21

- 10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 21

- 10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА 22

- 10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ 23

- 10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ 24

- 10.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ 24

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ 24

- 11.1. ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ 24

- 11.2. ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ В ФОРМЕ экзамена 25

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины являются: формирование знаний о современных основах и закономерностях массопереноса и выделения компонентов, находящихся в растворах в различной степени дисперсности;

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- ознакомление с формами существования примесей воды;
- ознакомление с сущность химических, электрохимических, физических методов разделения и принципы их выбора;
- ознакомление с теоретическими основами кинетики процессов разделения;
- ознакомление с процессами массопереноса примесей воды, находящихся в различной степени дисперсности;
- ознакомление с возможностями приложения специальных знаний дисциплины в областях общей химической технологии, электрохимической технологии, экологии;
- ознакомление с основными принципами конструирования аппаратов для разделения и концентрирования веществ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина (модуль) Б1.В.ОД.1 «Научные основы процессор массопереноса и разделения» включена в перечень обязательных дисциплин базовой части образовательной программы по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология, программы магистратуры «Электрохимические процессы и производства». Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки.

Дисциплина базируется на дисциплинах программы бакалавриата, а также на дисциплине «Электрохимические технологии», изучаемая в 1 семестре.

Полученные знания необходимы для изучения предметов по профилю подготовки, «Преддипломная практика», «Технологическая практика», «Научно-исследовательская работа», подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

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 18.04.01 Химическая технология программы магистратуры «Электрохимические процессы и производства»:

ПК-1 Способен к проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем, решению задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения, обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований

ПК-5 Способен управлять разработкой и оптимизацией технологического процесса

Формирование указанных компетенций размещено в таблице 1.

Таблица 1 – Формирование компетенций дисциплин

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины			
	1	2	3	4
ПК-1				
Научные основы процессов массопереноса и разделения				
Электрохимические технологии				
Научные основы химической металлизации				
Физико-химические основы и способы получения водорода				
Ознакомительная практика				
Научно-исследовательская работа				
Научно-исследовательская работа				
Технологическая практика				
Преддипломная практика				
Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы				
ПК-5				
Научные основы процессов массопереноса и разделения				
Электрохимические технологии				
Научные основы химической металлизации				
Физико-химические основы и способы получения водорода				
Технологическая практика				
Преддипломная практика				
Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы				

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

Таблица 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: В/02.6 (ПС 40.011) В/02.6 Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований							
ПК-1 Способен к проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем, решению задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения, обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	ИПК-1.2. Обрабатывает и анализирует научно-техническую информацию результаты исследований	<p>Знать: основные свойства твердых, жидких и газообразных сред, основные наиболее часто применяемые методы и расчетные основы процессов выделения ионных, коллоидных и твердых примесей и теорию основных гидромеханических, физико-химических, электрохимических механических процессов.</p>	<p>Уметь: практически применять законы и физические принципы, на которых основаны процессы выделения примесей или их концентрирования, недостатки и ограничения методов, выполнять экспериментальные исследования по определению параметров устройств и аппаратов для разделения гомогенных и гетерогенных систем.</p>	<p>Владеть: навыками постановки экспериментальных исследований, современными методами проведения расчетов основных параметров химико-технологического оборудования, методами проведения физических измерений.</p>	Вопросы для устного собеседования: билеты, ответы на вопросы	Вопросы для устного собеседования: билеты	
	ИПК-1,3 Решает задачи аналитического характера, предполагающих выбор многозначие актуальных способов решения	<p>Знать: типовые процессы химической и электрохимической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета, основные особенности выделяемых или концентрируемых веществ, основные понятия о механизмах массопереноса, знать принципы выбора аппаратов для разделения или превращения примесей, теории массообмена, проблемы</p>	<p>Уметь: выбирать современное оборудование, наибольшей степени отвечающее особенностям агрегатного состояния примесей, определять характер движения и взаимодействия жидкостей и примесей под воздействием электрических, концентрационных гидродинамических полей, выполнять материальные и энергетические расчеты аппаратов.</p>	<p>Владеть: способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, характеристик обрабатываемых растворов.</p>			

		энергосбережения и экологической защиты окружающей среды при эксплуатации аппаратов и машин.				
--	--	--	--	--	--	--

Тип профессиональной деятельности – технологический

Трудовая функция: F/05.7 (26.020) Управление разработкой и оптимизацией технологического процесса

ПК-5 Способен управлять разработкой и оптимизацией технологического процесса	ИПК-5.2. Проводит работы по оптимизации технологического процесса	<p>Знать: типовые процессы химической, электрохимической и экологической технологий, соответствующие аппараты и методы их расчета, основные особенности извлекаемых или концентрируемых компонентов растворов, знать принципы выбора аппаратов для примесей различной природы и степени дисперсности.</p>	<p>Уметь: выбирать современное оборудование, в наибольшей степени отвечающее особенностям технологического процесса, определять характер движения жидкостей, газов и примесей, выполнять материальные и энергетические расчеты аппаратов.</p>	<p>Владеть: навыками аналитической работы с литературными данными, знаниями об основных методах расчета процессов извлечения, концентрирования и превращения примесей, методами анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкции для оптимизации технологических и экономических показателей работы оборудования.</p>	Вопросы для устного собеседования: билеты, ответы на вопросы	Вопросы для устного собеседования: 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 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		1 сем
Формат изучения дисциплины	очная	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144	144
1. Контактная работа:	57	57
• Аудиторная работа, в том числе:	51	51
занятия лекционного типа (Л)	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	34	34
лабораторные работы (ЛР)		
• Внеаудиторная, в том числе	6	6
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	6	6
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	-	-
2. Самостоятельная работа (СРС)	60	60
реферат/эссе (подготовка)	-	-
расчётно-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	60	60
Подготовка к экзамену (контроль)	27	27

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 – 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)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия			
3 семестр							
ПК 1 ИПК -1.2 ИПК-1.3 ПК 5 ИПК-5.2	Введение				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]	Презентация	Конспект лекций
	Тема 1.. Предмет курса, его связь с другими дисциплинами учебного плана. Обзор мировой литературу по курсу.	0,2	-	-			
	Тема 2. Классификация примесей воды. Поведение примесей под действием внешнего электрического поля.	0,5	-	-			
	Тема 3. Основные закономерности процессов, происходящих на электродах.	0,3	-	-			
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела: реферат, эссе (тема)						
	расчёто-графическая работа (РГР)						
	контрольная работа						
	Итого по 1 разделу	1,0	-	-			
	Раздел 2 Электрохимические свойства воды и водных растворов				Подготовка к лекциям [6.1.5], [6.1.6], [6.1.7], [6.1.8]	Презентация	Конспект лекций
	Тема 1. Процессы на границе электрод – раствор. Массоперенос в электролитах.	0,5	-	1,5			
	Тема 2.Процессы в диафрагмах и мембранах. Механизм переноса ионов в ионообменных мембранах.	0,5		1,5			
	Тема 3.Распределение ионов в бездиафрагменном и диафрагменном электропректорах.	0,5		2,0			
	Тема 4.Распределение ионов в диафрагме	1,0	-	-	2,0		

	хлорного электролизера. Массовые потоки компонентов электролита между катодным и анодным пространствами хлорного электролизера.							
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:				10,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчёто-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 2 разделу	2,5	-	5,0	10,0			
ПК 1 ИПК -1.2 ИПК-1.3 ПК 5 ИПК-5.2	Раздел 3. Коллоидные системы							
	Тема 1. Свойства и строение коллоидных систем.	1,5	-	-	1,0	Подготовка к лекциям [6.1.9], [6.1.10], [6.1.11], [6.1.12]	Презентация	Конспект лекций
	Тема 2. Кинетика коагуляции.	1,0	-	-	1,0			
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчёто-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 3 разделу	2,5	-	-	2,0			
ПК 1 ИПК -1.2 ИПК-1.3 ПК 5 ИПК-5.2	Раздел 4. Воздействие однородных и неоднородных электрических полей					Подготовка к лекциям [6.1.5], [6.1.6], [6.1.7], [6.1.8]	Презентация	Конспект лекций
	Тема 1. Основные процессы, протекающие в объеме электролита при наложении внешнего электрического поля.	0,5	-	-	1,0			
	Тема 2. Воздействие продуктов электродных реакций на примеси, содержащиеся в водных системах. Агрегация коллоидных частиц за счет продуктов электролиза.	0,5	-	-	1,0			
	Тема 3. Воздействие однородных и неоднородных электрических полей на транспорт коллоидных частиц и их коагуляцию.	0,5	-	-	1,0			
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:				3,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчёто-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 4 разделу	1,5	-	-	3,0			
ПК 1 ИПК -1.2 ИПК-1.3	Раздел 5. Методы превращения веществ					Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]	Презентация	Конспект лекций
	Тема 1. Основные пути осуществления электрокоагуляции. Классификация методов	0,5	-	-	1,0			

ПК 5 ИПК-5.2	коагуляции.							
	Тема 2. Электроагуляция. Поляризационная коагуляция. Электрохимическая коагуляция. Электролитическая коагуляция. Гидродинамическая коагуляция. Концентрационная коагуляция. Аппаратурное оформление процессов электроагуляции.	1,0	-	3,0	4,5			
	Тема 3. Электрокорректирование pH и Eh. Схемы электрокорректоров pH и Eh.	1,0		3,0	4,0			
	Тема 4. Электрохимическая деструкция. Выбор типа электродов. Влияние условий электролиза на окисление органических примесей.	1,0		1,0	2,0			
	Тема 5. Электрокристаллизация. Подбор оптимальных параметров процесса, выбор конструкции электролизеров. Осаждение металлов на пористых электродах. Профили распределения тока и концентрации компонентов электролита в пористом электроде.	1,5		6,0	8,0			
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела:				19,5			
	реферат, эссе (тема)							
	расчёто-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 5 разделу	5,0	-	13,0	19,5			
ПК 1 ИПК -1.2 ИПК-1.3 ПК 5 ИПК-5.2	Раздел 6. Методы разделения веществ					Подготовка к лекциям [6.1.5], [6.1.6], [6.1.7], [6.1.8]	Презентация	Конспект лекций
	Тема 1. Электрофлотация, Особенности электрохимического выделения пузырьков газа и их влияние на процесс электрофлотации примесей.	0,5	-	2,0	2,5			
	Тема 2. Электродиализ. Особенности конструирования электродиализаторов.	2,0	-	7,0	9,0			
	Тема 3. Электрофорез. Общая схема электрофоретического аппарата.	0,5		2,0	2,5			
	Тема 4. Электрофильтрование. Влияние различных факторов на электрофоретическое концентрирование примесей и процесс электрофильтрования.	0,5		2,0	2,5			
	Самостоятельная работа по освоению 6 раздела:				16,5			
	реферат, эссе (тема)							

	расчёто-графическая работа (РГР)						
	контрольная работа						
	Итого по 6 разделу	3,5	-	13,0	16,5		
Раздел 7 Комбинированные методы							
	Тема 1. Электрокоагуляция	0,2		1,0	1,5		
	Тема 2. Электроосаждение	0,3		1,0	1,5		
	Тема 3. Электрофлотокоагуляция	0,3		1,0	1,5		
	Тема 4. Роль электрофореза частиц примесей и последующее их взаимодействие с электродов при электроосаждении примесей.	0,2		-	1,5		
	Самостоятельная работа по освоению 6 раздела:				6,0		
	реферат, эссе (тема)						
	расчёто-графическая работа (РГР)						
	контрольная работа						
	Итого по 7 разделу	1,0		3,0	6,0		
	Итого по дисциплине	17,0		34,0	60,0		

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

Для осуществления текущего контроля знаний обучающихся сформулированы теоретические вопросы по темам практических работ.

Также сформирован перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме экзамена в 1 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 и оценка выполнения лабораторных работ приведено в таблице 5.

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

Шкала оценивания	Вопросы для практических работ	Экзамен
40<R<=50	Отлично	Отлично
30<R<=40	Хорошо	Хорошо
20<R<=30	Удовлетворительно	Удовлетворительно
0<R<=20	Неудовлетворительно	Неудовлетворительно

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 засчитено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «засчитено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «засчитено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «засчитено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПК-1 Способен к проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем, решению задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения, обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	ИПК-1.2. Обрабатывает и анализирует научно-техническую информацию результаты исследований	Не знает основные свойства твердых, жидкых и газообразных сред, основные и наиболее часто применяемые методы и расчетные основы процессов выделения ионных, коллоидных и твердых примесей теорию основных гидромеханических, физико-химических, электрохимических и гидромеханических, физико-химических процессов. Не умеет практически применять законы и физические принципы, на которых основаны процессы выделения примесей или их концентрирования, недостатки и ограничения методов, выполнять экспериментальные исследования по определению параметров устройств и аппаратов для разделения гомогенных и гетерогенных систем. Не владеет навыками постановки экспериментальных исследований, современными методами проведения расчетов основных параметров химико-технологического оборудования, методами проведения физических измерений.	Плохо знает основные свойства твердых, жидких и газообразных сред, основные и наиболее часто применяемые методы и расчетные основы процессов выделения ионных, коллоидных и твердых примесей теорию основных гидромеханических, физико-химических, электрохимических и гидромеханических, физико-химических процессов. Плохо умеет практически применять законы и физические принципы, на которых основаны процессы выделения примесей или их концентрирования, недостатки и ограничения методов, выполнять экспериментальные исследования по определению параметров устройств и аппаратов для разделения гомогенных и гетерогенных систем. Плохо владеет навыками постановки экспериментальных исследований, современными методами проведения расчетов основных параметров химико-технологического оборудования, методами проведения физических измерений.	Знает основные свойства твердых, жидких и газообразных сред, основные и наиболее часто применяемые методы и расчетные основы процессов выделения ионных, коллоидных и твердых примесей теорию основных гидромеханических, физико-химических, электрохимических и гидромеханических, физико-химических процессов. Умеет практически применять законы и физические принципы, на которых основаны процессы выделения примесей или их концентрирования, недостатки и ограничения методов, выполнять экспериментальные исследования по определению параметров устройств и аппаратов для разделения гомогенных и гетерогенных систем. Владеет навыками постановки экспериментальных исследований, современными методами проведения расчетов основных параметров химико-технологического оборудования, методами проведения физических измерений.	Четко знает основные свойства твердых, жидких и газообразных сред, основные и наиболее часто применяемые методы и расчетные основы процессов выделения ионных, коллоидных и твердых примесей теорию основных гидромеханических, физико-химических, электрохимических и гидромеханических, физико-химических процессов. Четко умеет практически применять законы и физические принципы, на которых основаны процессы выделения примесей или их концентрирования, недостатки и ограничения методов, выполнять экспериментальные исследования по определению параметров устройств и аппаратов для разделения гомогенных и гетерогенных систем. Четко владеет навыками постановки экспериментальных исследований, современными методами проведения расчетов основных параметров химико-технологического оборудования, методами проведения физических измерений.

			проведения физических измерений.	измерений.	
ИПК-1.3	Решает задачи аналитического характера, предполагающих выбор и многозначие актуальных способов решения	<p>Не знает типовые процессы химической и электрохимической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета, основные особенности выделяемых или концентрируемых веществ, основные понятия о механизмах массопереноса, знать принципы выбора аппаратов для разделения или превращения примесей, теории массообмена, проблемы энергосбережения и экологической защиты окружающей среды при эксплуатации аппаратов и машин.</p> <p>Не умеет выбирать современное оборудование, в наибольшей степени отвечающее особенностям агрегатного состояния примесей, определять характер движения и взаимодействия жидкостей и примесей под воздействием электрических, концентрационных гидродинамических полей, выполнять материальные и энергетические расчеты аппаратов.</p> <p>Не владеет способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, характеристик</p>	<p>Плохо знает типовые процессы химической и электрохимической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета, основные особенности выделяемых или концентрируемых веществ, основные понятия о механизмах массопереноса, знать принципы выбора аппаратов для разделения или превращения примесей, теории массообмена, проблемы энергосбережения и экологической защиты окружающей среды при эксплуатации аппаратов и машин.</p> <p>Плохо умеет выбирать современное оборудование, в наибольшей степени отвечающее особенностям агрегатного состояния примесей, определять характер движения и взаимодействия жидкостей и примесей под воздействием электрических, концентрационных гидродинамических полей, выполнять материальные и энергетические расчеты аппаратов.</p> <p>Плохо владеет способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, характеристик</p>	<p>Знает типовые процессы химической и электрохимической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета, основные особенности выделяемых или концентрируемых веществ, основные понятия о механизмах массопереноса, знать принципы выбора аппаратов для разделения или превращения примесей, теории массообмена, проблемы энергосбережения и экологической защиты окружающей среды при эксплуатации аппаратов и машин.</p> <p>Умеет выбирать современное оборудование, в наибольшей степени отвечающее особенностям агрегатного состояния примесей, определять характер движения и взаимодействия жидкостей и примесей под воздействием электрических, концентрационных гидродинамических полей, выполнять материальные и энергетические расчеты аппаратов.</p> <p>Владеет способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, характеристик</p>	<p>Четко знает типовые процессы химической и электрохимической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета, основные особенности выделяемых или концентрируемых веществ, основные понятия о механизмах массопереноса, знать принципы выбора аппаратов для разделения или превращения примесей, теории массообмена, проблемы энергосбережения и экологической защиты окружающей среды при эксплуатации аппаратов и машин.</p> <p>Четко умеет выбирать современное оборудование, в наибольшей степени отвечающее особенностям агрегатного состояния примесей, определять характер движения и взаимодействия жидкостей и примесей под воздействием электрических, концентрационных гидродинамических полей, выполнять материальные и энергетические расчеты аппаратов.</p> <p>Четко владеет способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, характеристик</p>

		обрабатываемых растворов.	технологического процесса, характеристик обрабатываемых растворов.	характеристик обрабатываемых растворов.	характеристик обрабатываемых растворов.
ПК-5 Способен управлять разработкой и оптимизацией технологического процесса	ИПК-5.2. Проводит работы по оптимизации технологического процесса	<p>Не знает типовые процессы химической, электрохимической и экологической технологий, соответствующие аппараты и методы их расчета, основные особенности извлекаемых или концентрируемых компонентов растворов, знать принципы выбора аппаратов для примесей различной природы и степени дисперсности.</p> <p>Не умеет выбирать современное оборудование, в наибольшей степени отвечающее особенностям технологического процесса, определять характер движения жидкостей, газов и примесей, выполнять материальные и энергетические расчеты аппаратов.</p> <p>Не владеет навыками аналитической работы с литературными данными, знаниями об основных методах расчета процессов извлечения, концентрирования и превращения примесей, методами анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкции для оптимизации технологических и экономических показателей работы оборудования.</p>	<p>Плохо знает типовые процессы химической, электрохимической и экологической технологий, соответствующие аппараты и методы их расчета, основные особенности извлекаемых или концентрируемых компонентов растворов, знать принципы выбора аппаратов для примесей различной природы и степени дисперсности.</p> <p>Плохо умеет выбирать современное оборудование, в наибольшей степени отвечающее особенностям технологического процесса, определять характер движения жидкостей, газов и примесей, выполнять материальные и энергетические расчеты аппаратов.</p> <p>Плохо владеет навыками аналитической работы с литературными данными, знаниями об основных методах расчета процессов извлечения, концентрирования и превращения примесей, методами анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкции для оптимизации технологических и экономических показателей работы оборудования.</p>	<p>Знает типовые процессы химической, электрохимической и экологической технологий, соответствующие аппараты и методы их расчета, основные особенности извлекаемых или концентрируемых компонентов растворов, знать принципы выбора аппаратов для примесей различной природы и степени дисперсности.</p> <p>Умеет выбирать современное оборудование, в наибольшей степени отвечающее особенностям технологического процесса, определять характер движения жидкостей, газов и примесей, выполнять материальные и энергетические расчеты аппаратов.</p> <p>Владеет навыками аналитической работы с литературными данными, знаниями об основных методах расчета процессов извлечения, концентрирования и превращения примесей, методами анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкции для оптимизации технологических и экономических показателей работы оборудования.</p>	<p>Четко знает типовые процессы химической, электрохимической и экологической технологий, соответствующие аппараты и методы их расчета, основные особенности извлекаемых или концентрируемых компонентов растворов, знать принципы выбора аппаратов для примесей различной природы и степени дисперсности.</p> <p>Четко умеет выбирать современное оборудование, в наибольшей степени отвечающее особенностям технологического процесса, определять характер движения жидкостей, газов и примесей, выполнять материальные и энергетические расчеты аппаратов.</p> <p>Четко владеет навыками аналитической работы с литературными данными, знаниями об основных методах расчета процессов извлечения, концентрирования и превращения примесей, методами анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкции для оптимизации технологических и экономических показателей работы оборудования.</p>

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	Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А.	Электрохимия	СПб.: Издательство «Лань», 2015. – 672 с	Учебное пособие (Учебник для вузов . Специальная литература).	1
6.1.2	Лукомский Ю.Я.	Физико-химические основы электрохимии	Долгопруд- ный: из-дом «Интеллект»,	Учебник, рек-но ин-т физ.химии и электрохимии	28

			2008	им. А.Е.Фрумкина, РАН	
6.1.3	П.М.Кругляков, Т.Н. Хаскова	Физическая и коллоидная химия.	М.: В.Ш., 2007	Учебное пособие	14
6.1.4	А.Г. Касаткин	Основные процессы и аппараты химической технологии	М.: Альянс, 2008	учебник50	50
6.1.5	Ю.Д.Гамбург	Гальванические покрытия	М.:Техносфера, 2006	Справочник по применению	[Электронные текстовые данные]
6.1.6.	Бакаев В.В, Смирнова В.М., Трунова И.Г., Ивашкин Е.Г.	Производственная безопасность. Тепловой баланс производственных помещений	НГТУ, Н.Новгород, 2015	Учебное пособие3	13

6.2 Справочно-библиографическая литература

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания,	Кол-во экз. в библиот еке
6.2.1 .	Л.Н.Ясницкий	Современные проблемы науки	М.: бином, 2011	Учебное пособие5	5
6.2.2 .	В.Д. Борман	Физика, технология и применение наносистем и наноматериалов	М.: НИЯУ МИФИ, 2012	Учебное пособие2	2
6.2.3 .	Рогдугин В.И.	Физико-химия поверхности	М.: изд.Дом «Интеллект», 2008	Учебное пособие	10

6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания и рекомендации по проведению конкретных видов учебных занятий по дисциплине «Научные основы процессов массопереноса и разделения» находятся на кафедре «ТЭПиХОВ».

6.3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Научные основы процессов массопереноса и разделения».

6.3.2. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплине «Научные основы процессов массопереноса и разделения».

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 Znanius.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://znanius.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.
- 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.
- 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/

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)
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 формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована

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

№	Наименование аудиторий и помещений кафедры	Оснащенность аудиторий и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	1160 Компьютерный класс (для проведения занятий лабораторного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы студентов, курсового проектирования, выполнения курсовых работ); 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 24, корп. 1	1. Доска магнитно-маркерная; 2. Рабочее место преподавателя; 3. Рабочее место студента - 12 чел. 4. Персональные компьютеры, Intel(R) Core(TM) i3-3220 CPU @ 3.30 GHz 4,00 ГБ ОЗУ /HDD 500, в составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету. (10 шт.) 5. Персональные компьютеры, Intel(R) Pentium(R) CPU G2030 @ 3.00 GHz 4,00 ГБ ОЗУ /HDD 1000, в составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету. (3 шт.) 6. Персональные компьютеры, Intel(R) Core(TM)2 CPU 6320 @ 1.86 GHz 1,00 ГБ ОЗУ /HDD 159,9, в составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету. (2 шт.); 7. Многофункциональный аппарат Xerox work center PE 220 8. Принтер HP LaserJet 1020	1. Windows SL 8.1 (подписка Dr. Spark Prem. 700087777); (13 шт) 2. Adobe Acrobat Reader X (Freeware); 3. Ms Office St 2013 (Ms Open License № 62381369) (13 шт); 4. Ms Access 2007(Dr. Spark Prem. 700087777) (13 шт); 5. AutoCAD 2019 (Сетевая серв.lic5 (НГТУ)) (13 шт); 6. Dr.Web (Обще инстит. подписка) (15 шт); 7. ZView (Freeware); 8. AnyLogic (Free PLE); 9. Deductor Academic (бесплатная некоммерческая версия Deductor); 10. VirtualBox (Free); 11. Cell-Design (Demo); 12. Малая ЭС 2.0 (Free); 13. ADTester (Free); 14. DBSolveOptimum (Free); 15. MSOffice 2007 Standard Russian Academic OPEN No Level (Microsoft Open License Academic № 45990647 (бессрочная)) (1 шт.); 16. WinXP (Dream Spark Premium 700087777) (2 шт.); 17. ABBYY Fine Reader 9.0 Corporate Edition (AF90-3S1P03-102 бессрочная) (1 шт.); 18. Zoom (Free) (1 шт.).
2	1345 Мультимедийная аудитория (для	1. Доска меловая; 2. Экран настенный;	1. Windows SL 8.1 (подписка Dr. Spark Prem, договор № 0509/KMP

№	Наименование аудиторий и помещений кафедры	Оснащенность аудиторий и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
	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	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.	от 15.10.18); 2. Dr. Web (с/н H365-W77K-B5HP-N346 от 31.05.2021); Распространяемое по свободной лицензии: 3 Adobe Acrobat Reader X (Freeware); 4. P7 офис 5. Zoom (Free) (1 шт.)
3	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 «дисциплине «Научные основы процессор массопереноса и разделения», 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 вынужденного перевода занятий в дистанционную форму.

На лекциях, практических 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, практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные

и групповые консультации с использованием, как встреч с 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 практическим занятиям / 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.

1. Основные положения и понятия теоретической электрохимии // Исаев В.В., Козырин В.А., Михаленко М.Г.// Н.Новгород : [Изд-во НГТУ], 2018. – 112с.
2. Лабораторный практикум по теоретической электрохимии // Михаленко М.Г., Гунько Ю.Л., Исаев В.В., Козина О.Л., Рогожин В.В.// Н.Новгород : [Изд-во НГТУ], 2017. – 112с.
3. Козина О.Л., Исаев В.В., Ивашкин Е.Г., Гунько Ю. Л., Михаленко М. Г., и др. «Моделирование и оптимизация электрохимических производств. Часть 1. Микро- и макрокинетика», учебное пособие. Н. Новгород, 2016 г.

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

- теоретический опрос;
- ответы на практических занятиях;
- экзамен.

11.1. Типовые вопросы для практических занятий

Примерные вопросы для практических занятий:

1. Классификация примесей и их поведение под воздействием электрического поля.
2. Основные процессы, протекающие в объеме электролита при разделении веществ.
3. Изменение pH и Eh обрабатываемых растворов.
4. Расчет изменения концентрации электролитов в диафрагменном и бездиафрагменном электролизере.
5. Влияние диафрагмы на концентрационные изменения в катодном и анодном пространствах.
6. Расчет изменения Eh при растворении железных анодов.
7. Общие свойства и характеристики диафрагм.
8. Зависимость фильтрационного потока от свойств диафрагмы и внешних факторов.
9. Концентрационные градиенты в пористой диафрагме при различных скоростях диффузии, миграции и фильтрации.
10. Физико-химические закономерности коагуляции коллоидных примесей воды.
11. Строение двойного электрического слоя коллоидной частицы и причины возникновения индуцированного дипольного момента. Влияние свойств раствора на формирование двойного электрического слоя коллоидной частицы.
12. Причины возникновения электрохимического потенциала коллоидных частиц и способы изменения электрохимического потенциала.
13. Основы теории устойчивости коллоидных систем.
14. Сущность процесса электроагрегации.
15. Теории кинетики коагуляции.
16. Поведение твердой фазы в объеме раствора при электрообработке.
17. Основные группы электрохимических методов обработки.
18. Основные виды электролитических эффектов, возникающих в электрохимических реакторах.
19. Сущность процесса электроагрегации.
20. Основные пути осуществления электроагрегации.
21. Поляризационная коагуляция. Критическая напряженность электрического поля.
22. Электрохимическая коагуляция.
23. Электролитическая коагуляция.
24. Гидродинамическая коагуляция.
25. Концентрационная коагуляция.
26. Устройство электрореактора с газовым слоем.
27. Струйный электроагрегатор.
28. Варианты струйных электроагрегаторов с предварительным изменением pH среды.
29. Способы электрохимической обработки pH и Eh.
30. Основные закономерности процессов электрокристаллизации.
31. Особенности электрокристаллизации металлов на пористых электродах.

32. Основные принципы расчета распределения фарадеевского процесса по толщине пористого электрода. Основные принципы расчета концентрационных изменений в пористом электроде.
33. Основные методы разделения веществ.
34. Электрофлотация.
35. Сущность метода электродиализа.
36. Различные схемы распределения потоков жидкости в электродиализаторах.
37. Применение элекрофореза для отделения примесей коллоидной степени дисперсности.
38. Основные закономерности метода электрофильтрования.
39. Процессы, происходящие при электрофлотокоагуляции.
40. Сущность метода “электроосаждение”.
41. Основные принципы расчета реакторов для выделения примесей из водных систем.

Образцы тестов для проведения рубежного контроля

1. В каком виде могут присутствовать примеси в водных системах?
 - а) Ионном
 - б) Молекулярном
 - в) Гидратированном
 - г) Коллоидном
 - д) Кристаллическом
 - е) Аморфном
2. К чему приводит воздействие продуктов электродных реакций на коллоидные системы?
 - а) К электрической миграции
 - б) К поляризации и ориентации коллоидных частиц
 - в) К окислительно-восстановительным реакциям с участием ионных и молекулярных примесей воды
 - г) К окислительно-восстановительным реакциям с участием дисперсной фазы
 - д) К фазово-дисперсным превращениям
3. Индуцированный дипольный момент коллоидной частицы возникает при:
 - а) Наложении внешнего электрического поля
 - б) Введении потенциал-определяющих ионов
 - г) Введении коагулянта
 - д) Напряженности электрического поля более $E_{\text{крит.}}$
4. Индуцированный дипольный момент коллоидной частицы равен:
 - а) $j_{\text{п}} \cdot E_p$, где $j_{\text{п}}$ – поляризуемость частицы; E_p – напряженность эл. поля;
 - б) $\rho \cdot E_p$, где ρ – поверхностная плотность заряда;
 - в) $\rho \cdot j$, где $j_{\text{п}}$ – поляризуемость частицы, ρ – поверхностная плотность заряда;
 - г) $\rho \cdot r \cdot E_p$, где r – радиус коллоидной частицы.
5. Какой символ пропущен в формуле для расчета критической напряженности электрического поля $E_{\text{кр.}}$

$$\frac{4\pi \dots}{\epsilon_0} ?$$
 - а) σ_s ;
 - б) r ;
 - в) E_r ;
 - г) ζ .
6. Изменение концентрации ионов в катодном или анодном пространствах электролизера в результате миграции через диафрагму равно:
 - а) $\frac{I}{F \cdot V_{a,k}} \int_0^t \mathbf{n}_i \cdot d\mathbf{t}$, где n_i – число переноса i – го иона;
 - б) $\frac{1}{F} \int_0^{\Delta T} d\Delta T$, где ΔT – расход тока;

в) $\frac{1}{F} \cdot B_T \int_0^{D_T} \mathbf{n}_i dD_T$, где B_T – выход по току;

7. Уравнение $\frac{\partial c}{\partial t} = -U \mathbf{grad} c + D \nabla^2 c - \mathbf{w}$ это:

- а) Уравнение переноса тепла;
- б) 1-й закон Фика;
- в) 2-й закон Фика;
- г) Уравнение конвективного переноса;
- д) Уравнение материального баланса;
- е) Уравнение переноса импульса;
- ж) Уравнение скорости химической реакции.

8. В уравнении $\frac{\partial c}{\partial t} = -U \mathbf{grad} c + D \nabla^2 c - \mathbf{w}$ слагаемые в правой части означают (расставить по порядку):

- изменение концентрации за счет протекания химической реакции;
- конвективная составляющая;
- диффузионная составляющая.

9. Основные характеристики диафрагм:

1. пористость;
2. электрическое сопротивление;
3. радиус пор;
4. удельный вес диафрагмы;
5. длина пор;
6. число пор на единицу поверхности;
7. гидравлическое сопротивление;
8. удельный объем материала диафрагмы;
9. коэффициент извилистости пор;

10. Скорость фильтрационного потока по радиусу капилляра выражается одним из уравнений:

1. $\overline{V_r} = 2\overline{V_\phi} \left(1 - \frac{r^2}{r_0^2}\right);$

2. $\overline{V_r} = 2\overline{V_\phi} \left(1 - \frac{r}{r_0}\right);$

3. $\overline{V_r} = 2\overline{V_\phi} \left(1 + \frac{r}{r_0}\right);$

4. $\overline{V_r} = 2\overline{V_\phi} \left(1 - \frac{\Pi}{\beta^2}\right)$

11. Для уменьшения попадания щелочи в анодное пространство хлорного электролизера необходимо, чтобы:

1. диффузионный и миграционный потоки совпадали;
2. диффузионный и миграционный потоки были направлены противоположно;
3. фильтрационный и миграционный потоки были направлены противоположно;
4. фильтрационный и миграционный потоки совпадали.

12. Параболический закон Пуазейля определяет

1. падение напряжения в диафрагме при ее работе в фильтрующем режиме;
2. распределение концентрации компонентов электролита по толщине диафрагмы;
3. распределение концентрации компонентов электролита по сечению капилляра;
4. поле скоростей жидкости в капилляре при фильтрующем режиме работы;
5. поле скоростей жидкости в капилляре при миграционном движении ионов.

13. Катиониты имеют ионообменные группы

1. $R_n(SO_3H)_m$;



14. Аниониты имеют ионообменные группы



Примерные задачи для практических занятий:

1. Составить электродный баланс для системы с двумя электрохимически активными катионами и электрохимически неактивным анионом.
2. Произвести расчет изменения кислотности и щелочности в катодном и анодном пространствах диафрагменного электролизера с электролитом на основе раствора сульфата меди. Ток на электролизер – 5 А, время электролиза – 1 час, число переноса ионов меди – 0,36, объемы катодного и анодного пространств – 0,2 литра.
3. Рассчитать значение Eh для системы Fe^{2+}/Fe^{3+} при соотношении их концентраций 2:1 и pH, равном 3.
4. Рассчитать распределение тока в пористом углеграфитовом электроде при осаждении меди из кислого раствора сульфата меди концентрацией 0,1 моль/л. Катодная плотность тока 10 мА/см², начальная пористость катода – 0,9, плотность тока обмена – $1 \cdot 10^{-3}$ А/см², число переноса ионов меди – 0,1. Проводимость материала диафрагмы 0,2 Ом⁻¹см⁻¹. Удельная поверхность электрода 100 см²/см³. Процесс – стационарный.
5. На основании условий задачи 4 рассчитать количество осажденного металла в разных зонах электрода и изменение его пористости через 2 часа после начала процесса.

11.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации экзамена в 1 семестре

1. Классификация примесей.
2. Поведение примесей воды под воздействием электрического поля.
3. Основные процессы, протекающие в объеме электролита при разделении веществ.
4. Воздействие однородных и неоднородных электрических полей на дисперсные системы.
5. Причины возникновения индуцированного дипольного момента коллоидной частицы.
6. Поляризационная коагуляция. Критическая напряженность электрического поля.
7. Влияние продуктов электролиза на изменение pH и Eh обрабатываемых растворов.
8. Расчет изменения концентрации электролитов в межэлектродном пространстве.
9. Влияние диафрагмы на концентрационные изменения в катодном и анодном пространствах.
10. Зависимость чисел переноса от концентрации электролита.
11. Расчет изменения Eh при растворении железных анодов.
12. Общие свойства и характеристики диафрагм.
13. Зависимость фильтрационного потока от свойств диафрагмы и внешних факторов.
14. Расчет диффузионного потока через диафрагму.
15. Кинетика комбинированного переноса вещества через диафрагму.
16. Концентрационные градиенты в пористой диафрагме при различных скоростях диффузии, миграции и фильтрации.
17. Физико-химические закономерности коагуляции коллоидных примесей воды.
18. Влияние свойств раствора на формирование двойного электрического слоя коллоидной частицы.
19. Причины возникновения электрокинетического потенциала коллоидных частиц.
20. Основы теории устойчивости коллоидных систем.
21. Способы уменьшения электрокинетического потенциала.
22. Сущность процесса электроагрегации.
23. Теории кинетики коагуляции.
24. Агрегация частиц примесей за счет продуктов электролиза.
25. Поведение твердой фазы в объеме раствора при электрообработке.
26. Основные группы электрохимических методов обработки.
27. Методы превращения.
28. Методы разделения.

29. Комбинированные методы.
30. Основные виды электролитических эффектов, возникающих в электрохимических реакторах.
31. Технологические и конструктивные разновидности электрореакторов.
32. Сущность процесса электрокоагуляции.
33. Основные пути осуществления электрокоагуляции.
34. Поляризационная коагуляция.
35. Электрохимическая коагуляция.
36. Электролитическая коагуляция.
37. Гидродинамическая коагуляция.
38. Концентрационная коагуляция.
39. Устройство электрореактора с газовым слоем. Струйный электрокоагулятор.
40. Варианты струйных электрокоагуляторов с предварительным изменением pH среды.
41. Способы электрокорректирования pH и Eh.
42. Основные закономерности процессов электрокристаллизации.
43. Особенности электрокристаллизации металлов на пористых электродах.
44. Основные принципы расчета распределения фарадеевского процесса по толщине пористого электрода.
45. Основные принципы расчета концентрационных изменений в пористом электроде.
46. Учет влияния фарадеевского сопротивления, проводимости электролита и твердой фазы на процесс электрокристаллизации на пористом электроде.
47. Учет миграции, конвекции и диффузии компонентов электролита при определении концентрационных градиентов в пористом электроде.
48. Основные методы разделения веществ.
49. Электрофлотация.
50. Сущность метода электродиализа.
51. Расчет выхода по току для электродиализаторов.
52. Допустимые концентрации солей жесткости в электролите, препятствующие процессу электродиализа.
53. Различные схемы распределения потоков жидкости в электродиализаторах.
54. Применение электрофореза для отделения примесей коллоидной степени дисперсности.
55. Процессы, происходящие при электрофлотокоагуляции.
56. Обработка водных систем комплексом электрических воздействий.
57. Распределение концентрации коллоидных частиц в межэлектродном объеме при использовании метода “электроосаждение”.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института ИФХТиМ

Мацулевич Ж.В.

“ ”

202 г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины

Б1.ВО.Д 1 «Научные основы процессов массопереноса и разделения»

индекс по учебному плану, наименование

для подготовки магистров

Направление: 18.04.01 Химическая технология

Направленность: Электрохимические процессы и производства

Форма обучения очная

Год начала подготовки: 2021

Курс 1

Семестр 1

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20__ г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

-;
-;
-;

Разработчик (и): Гунько Ю.Л., д.т.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«__» 202 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ТЭПиХОВ
протокол № от «__» 202 г.

Заведующий кафедрой Ивашкин Е.Г.

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой ТЭПиХОВ Ивашкин Е.Г. «__» 202 г.

Методический отдел УМУ: _____ «__» _____