

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА"**

СОГЛАСОВАНО
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
А.В. Корячко

Приборы и методы исследования в электрохимии
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Химической технологии
Учебный план	18.03.01_21_00_XT1.plx 18.03.01 Химическая технология
Квалификация	бакалавр
Форма обучения	очная
Общая трудоемкость	5 ЗЕТ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	32	32	32	32
Лабораторные	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Иная контактная работа	0,35	0,35	0,35	0,35
Консультирование перед экзаменом и практикой	2	2	2	2
Итого ауд.	66,35	66,35	66,35	66,35
Контактная работа	66,35	66,35	66,35	66,35
Сам. работа	69	69	69	69
Часы на контроль	44,65	44,65	44,65	44,65
Итого	180	180	180	180

г. Рязань

Программу составил(и):

к.ф.-м.н., ст. преп., Семенов Андрей Романович

Рабочая программа дисциплины

Приборы и методы исследования в электрохимии

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 922)

составлена на основании учебного плана:

18.03.01 Химическая технология

утвержденного учёным советом вуза от 25.06.2021 протокол № 10.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Химической технологии

Протокол от 30.06.2022 г. № 5

Срок действия программы: 2021-2025 уч.г.

Зав. кафедрой Коваленко Виктор Васильевич

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры
Химической технологии

Протокол от _____ 2022 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры
Химической технологии

Протокол от _____ 2023 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры
Химической технологии

Протокол от _____ 2024 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры

Химической технологии

Протокол от _____ 2025 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Цель дисциплины – формирование у выпускника инженерно-исследовательских знаний и практических навыков для самостоятельного выбора необходимых методов и средств исследования электрохимических систем, которые могут встретиться в его научно-практической деятельности.
1.2	Задачи дисциплины:
1.3	– изучение теоретических основ методов и принципов измерений;
1.4	– изучение принципов работы приборов и установок для проведения электрохимических исследований;
1.5	– изучение теоретических основ различных методов исследования электрохимических
1.6	– приобретение студентами практических навыков использования различных методов электрохимических исследований и измерительных приборов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ.03
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Технологическая (проектно-технологическая)
2.1.2	Теоретические основы электрохимии
2.1.3	Метрология, стандартизация и сертификация
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Моделирование электрохимических процессов
2.2.2	Оборудование электрохимических процессов и основы его проектирования
2.2.3	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.4	Преддипломная практика
2.2.5	Производственная практика
2.2.6	Технология нанесения химических покрытий
2.2.7	Технология производства печатных плат
2.2.8	Электрохимические и электрофизические методы обработки материалов
2.2.9	Оборудование электрохимических процессов и основы его проектирования
2.2.10	Технология производства печатных плат

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ПК-1: Обеспечивает и контролирует работу технологических объектов электрохимического производства	
ПК-1.2. Проводит испытания и осуществляет оценку результатов испытаний технологической оснастки, электродов-инструментов	
Знать Методы проведения испытаний и оценки технологической оснастки, электродов-инструментов	
Уметь Оценивать результаты испытаний технологической оснастки, электродов-инструментов	
Владеть Навыками проведения испытаний технологической оснастки, электродов-инструментов	
ПК-1.4. Использует нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности	
Знать Нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации приборов электрохимического анализа	
Уметь Анализировать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации изделий в электрохимической отрасли	
Владеть Методами экономического анализа в практической деятельности, связанной с электрохимическим и электрофизическим оборудованием	

ПК-2: Разрабатывает проекты и изучает научно-техническую информацию	
ПК-2.1. Проектирует, разрабатывает и рассчитывает технологическую оснастку и электроды инструменты с использованием современных информационных технологий	

Знать Особенности новых технологических процессов по обеспечению выпуска продукции высокого качества
Уметь Анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по совершенствованию действующих и освоению новых технологических процессов по обеспечению выпуска продукции высокого качества
Владеть Навыками описания технологических процессов производства природных энергоносителей и углеродных материалов
ПК-2.2. Разрабатывает и согласовывает документацию для технологической оснастки и электродов - инструментов
Знать Требования к разработке документации для технологической оснастки и электродов - инструментов
Уметь Разрабатывать и согласовывать документацию для технологической оснастки и электродов - инструментов
Владеть Знаниями для составления документации для технологической оснастки и электродов - инструментов
ПК-2.3. Изучает научно-техническую информацию и разрабатывает предложения по внедрению новых технологий производства с использованием ЭХФМО, технологической оснастки и электродов - инструментов
Знать Состояние развития технологий производства с использованием ЭХФМО, технологической оснастки и электродов - инструментов
Уметь Разрабатывать предложения по внедрению новых технологий производства с использованием ЭХФМО, технологической оснастки и электродов - инструментов
Владеть Навыками анализа научно-технической информации о новых технологиях производства с использованием ЭХФМО

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	- принципы работы измерительных приборов как общего назначения, так и специфических для электрохимических исследований;
3.1.2	– теоретические основы методов исследования электрохимических систем;
3.1.3	– достоинства и недостатки различных методов исследования электрохимических систем;
3.1.4	– условия применения методов исследования в различных электрохимических системах
3.2	Уметь:
3.2.1	– грамотно подготовить и провести электрохимический эксперимент, учитывая повышенные требования к чистоте используемых реактивов и посуды при проведении электрохимических исследований;
3.2.2	– использовать методы и приборы для исследования электрохимических систем;
3.2.3	– выбрать необходимые методы и приборы для исследования конкретных электрохимических систем
3.3	Владеть:
3.3.1	– приборами для исследования электрохимических систем;
3.3.2	– методами исследования электрохимических систем

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Техника электрохимических исследований					
1.1	Особенности электрохимического эксперимента /Тема/	7	0			

1.2	Цель и задачи дисциплины. Место и роль ее в подготовке инженера химика-технолога. Краткий обзор содержания дисциплины. Электрохимическая система (цепь) как объект экспериментального исследования, её составные элементы. Ионопроводящие среды различной природы. Границы раздела фаз в электрохимических системах. Повышенные требования к чистоте используемых реактивов, растворителей, электродов, посуды и газов. Квалификации химических реактивов. Дополнительная очистка солей, растворов соляной, серной кислот. Очистка инертных газов (азота, аргона, гелия). Очистка кислорода. Получение и очистка водорода. Жидкие и твёрдые электроды. Ртутный капаяющий электрод. Очистка ртути. Требования к материалу, геометрической форме и состоянию поверхности твердого электрода. Микроэлектроды: классификация, назначение. Наборные микроэлектроды. /Лек/	7	2	ПК-1.2-3 ПК-1.4-3 ПК-2.1-3 ПК-2.2-3 ПК-2.3-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	Устный опрос
1.3	Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Оформление отчетов о лабораторных работах. Подготовка к экзамену. /Ср/	7	3	ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-1.4-3 ПК-1.4-У ПК-1.4-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	Вопросы по разделу.
1.4	Методы очистки воды /Тема/	7	0			
1.5	Классификация методов очистки воды. Выбор метода очистки воды в зависимости от качества исходной воды и требований к качеству очищенной. Методы контроля качества очищенной воды. Дистилляционный метод очистки воды: энергозатраты, причины неполного отделения нелетучих примесей и способы их устранения, удельная электропроводность дистиллята, дополнительная очистка от летучих органических примесей. Ионообменный метод: принцип очистки, катиониты, аниониты, экологическая вредность. Электродиализ: принцип метода, катионитовые и анионитовые мембраны, характеристики используемых мембран. Обратный осмос: принцип метода, полупроницаемые мембраны, характеристики мембран, состав мембран /Лек/	7	2	ПК-1.2-3 ПК-1.4-3 ПК-2.1-3 ПК-2.2-3 ПК-2.3-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	Устный опрос

1.6	Определение константы и степени диссоциации слабого электролита /Лаб/	7	2	ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-1.4-3 ПК-1.4-У ПК-1.4-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2	Отчет по лабораторной работе. Защита лабораторной работы.
1.7	Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Оформление отчетов о лабораторных работах. Подготовка к экзамену. /Ср/	7	3	ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-1.4-3 ПК-1.4-У ПК-1.4-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	Вопросы по разделу. Отчет по лабораторной работе.
1.8	Истинная поверхность и пористость электродов /Тема/	7	0			
1.9	Понятие видимой (геометрической) и истинной поверхности. Пористость. Фактор шероховатости. Классификация методов определения истинной поверхности и пористости. Метод БЭТ. Микроскопические и дифракционные методы. Объёмометрический метод. Весовой метод. Проницаемость воздуха или жидкости. Ртутная порометрия. Электрохимические методы измерения истинной поверхности: по весу (объему) капли; отношение емкостей; зависимость Парсонса-Цобеля; адсорбция водорода из раствора; адсорбция кислорода из раствора; осаждение металлов в области «недонапряжения»; вольтамперометрия; отрицательная адсорбция; емкость ионного обмена; адсорбция пробных молекул из раствора; массоперенос. /Лек/	7	2	ПК-1.2-3 ПК-1.4-3 ПК-2.1-3 ПК-2.2-3 ПК-2.3-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	Устный опрос
1.10	Определения истинной поверхности и пористости электродов /Пр/	7	2	ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-1.4-3 ПК-1.4-У ПК-1.4-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2	Выполнение практической работы

1.11	Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Оформление отчетов о лабораторных работах. Подготовка к экзамену. /Ср/	7	4	ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-1.4-3 ПК-1.4-У ПК-1.4-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	Вопросы по разделу. Отчет по практической работе.
1.12	Ячейки, электроды сравнения, капилляры Луггина /Тема/	7	0			
1.13	Общие требования к электрохимическим ячейкам. Двух- и трехэлектродные ячейки. Электрод сравнения, рабочий и вспомогательный электроды. Омическое падение потенциала в растворе электролита. Капилляр Луггина. Общая эквивалентная электрическая схема трехэлектродной ячейки. Различные конструкции капилляров Луггина: погрешности измерения потенциала электрода, влияние на массоперенос у поверхности электрода. Некоторые специальные электрохимические ячейки. Тонкослойные электрохимические ячейки: конструкция, применение, схемы подключения. Электроды сравнения. Водородный электрод. Каломельные электроды: насыщенный, нормальный и децинормальный. Хлорсеребряный электрод. Оксидно-ртутный электрод. /Лек/	7	2	ПК-1.2-3 ПК-1.4-3 ПК-2.1-3 ПК-2.2-3 ПК-2.3-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	Устный опрос
1.14	Расчет электродного потенциала электрохимической ячейки /Пр/	7	2	ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-1.4-3 ПК-1.4-У ПК-1.4-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	Выполнение практической работы
1.15	Определение растворимости и произведения растворимости малорастворимой соли /Лаб/	7	2	ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-1.4-3 ПК-1.4-У ПК-1.4-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2	Отчет по лабораторной работе. Защита лабораторной работы.

1.16	Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Оформление отчетов о лабораторных работах. Подготовка к экзамену. /Ср/	7	5	ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-1.4-3 ПК-1.4-У ПК-1.4-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	Вопросы по разделу. Отчет по лабораторной работе.
	Раздел 2. Приборы для электрохимических исследований					
2.1	Приборы и методы электрических измерений /Тема/	7	0			
2.2	Электрические величины. Приборы сравнения и непосредственной оценки. Меры и эталоны электрических величин. Характеристики приборов и измерений: приведенная погрешность, абсолютная погрешность, относительная погрешность, чувствительность прибора. Классификация приборов непосредственной оценки в зависимости от природы физического взаимодействия, происходящего в приборе. Магнитоэлектрические, электромагнитные и электродинамические приборы: схема, принцип действия, достоинства и недостатки, применение. Измерение тока и напряжения. Шунты. Добавочные сопротивления. Компенсационный метод измерения напряжений и ЭДС. Измерение сопротивлений: метод амперметра и вольтметра, мостовые методы. /Лек/	7	4	ПК-1.2-3 ПК-1.4-3 ПК-2.1-3 ПК-2.2-3 ПК-2.3-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	Устный опрос
2.3	Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Оформление отчетов о лабораторных работах. Подготовка к экзамену. /Ср/	7	0	ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-1.4-3 ПК-1.4-У ПК-1.4-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	Вопросы по разделу.
2.4	Цифровые измерительные приборы /Тема/	7	0			

2.5	Электронные аналоговые приборы: структурная схема, достоинства и недостатки. Структурная схема цифрового измерительного прибора. Аналоговый преобразователь. Аналого-цифровой преобразователь (АЦП). Операционные усилители: эквивалентная схема, важнейшие характеристики, назначение основных выводов. Понятие идеального операционного усилителя. Базовые схемные блоки на основе операционных усилителей: инвертирующий усилитель, неинвертирующий усилитель, повторитель напряжения, инструментальный (измерительный) усилитель, преобразователь ток-напряжение, сумматор, интегратор, дифференциатор, стабилизатор напряжения. Схема и принцип работы потенциостата. Основные принципы преобразования сигналов в цифровой код. Двоичные коды. Схемы цифро-аналоговых преобразователей (ЦАП). Важнейшие характеристики АЦП. Классификация АЦП: с динамической компенсацией, следящий, последовательного приближения, интегрирующий, с преобразованием напряжения в частоту, параллельного (мгновенного) преобразования. Источники опорного напряжения. Устройства выборки-хранения аналогового сигнала. /Лек/	7	4	ПК-1.2-3 ПК-1.4-3 ПК-2.1-3 ПК-2.2-3 ПК-2.3-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	Устный опрос
2.6	Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Оформление отчетов о лабораторных работах. Подготовка к экзамену. /Ср/	7	24	ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-1.4-3 ПК-1.4-У ПК-1.4-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	Вопросы по разделу.
	Раздел 3. Методы исследования электрохимических систем					
3.1	Граница раздела фаз электрохимии чesкой системы в равновесных условиях /Тема/	7	0			

3.2	Методы и техника определения межфазной поверхностной энергии. Электрокапиллярные измерения. Методы измерения твердости по Ребиндеру и Венстрему. Метод краевого угла. Экспериментальные методы измерения равновесного, компромиссного потенциалов. Методы расчета и измерения диффузионного потенциала, способы его снижения. Теория, методы и приборы измерения емкости двойного электрического слоя. Импедансный метод измерения двойного электрического слоя. Свободный и полный заряд электрода. Кривые заряжения. Электрокапиллярные и адсорбционные методы. Экспериментальное определение и расчет нулевых точек металла в заданном растворителе. Адсорбционный метод изучения двойного электрического слоя. Импедансный и потенциометрический методы исследования адсорбции на твердых и жидких электродах. Методы кривых дифференциальной емкости, электрокапиллярных измерений, кривых заряжения для изучения адсорбции водорода, кислорода, органических веществ. /Лек/	7	6	ПК-1.2-3 ПК-1.4-3 ПК-2.1-3 ПК-2.2-3 ПК-2.3-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	Устный опрос
3.3	Методы расчета и измерения диффузионного потенциала /Пр/	7	6	ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-1.4-3 ПК-1.4-У ПК-1.4-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	Выполнение практической работы
3.4	Определение степени загрязненности образцов воды /Лаб/	7	2	ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-1.4-3 ПК-1.4-У ПК-1.4-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2	Отчет по лабораторной работе. Защита лабораторной работы.

3.5	Определение произведения растворимости малорастворимых солей /Лаб/	7	2	ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-1.4-3 ПК-1.4-У ПК-1.4-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2	Отчет по лабораторной работе. Защита лабораторной работы.
3.6	Определение среднего коэффициента активности электролита методом потенциометрии /Лаб/	7	2	ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-1.4-3 ПК-1.4-У ПК-1.4-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2	Отчет по лабораторной работе. Защита лабораторной работы.
3.7	Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Оформление отчетов о лабораторных работах. Подготовка к экзамену. /Ср/	7	10	ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-1.4-3 ПК-1.4-У ПК-1.4-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	Вопросы по разделу. Отчет по лабораторной работе.
3.8	Граница раздела фаз электрохимической системы в неравновесных условиях /Тема/	7	0			

3.9	Кинетическое уравнение и основные кинетические параметры электродного процесса. Классификация методов и их возможности. Способы получения поляризационных кривых, форма кривых, предельные токи. Виды и способы определения предельных токов. Обработка поляризационных кривых при малых, средних и высоких перенапряжениях с учетом омической поляризации, обратной составляющей плотности тока и диффузии. Вращающийся дисковый электрод, вращающийся дисковый электрод с кольцом. Возможности методов. Определение тока обмена, коэффициента переноса, порядка реакции, эффективной энергии активации. Установление механизма и кинетики электродного процесса по значениям кинетических параметров. Методы и экспериментальная техника определения вида перенапряжения. Выявление признаков перенапряжения перехода, диффузии, химической реакции, омической поляризации. Температурно-кинетический, переменноточный, циклический методы. Полярография. Получение полярограмм. Уравнение полярографической кривой обратимого электродного процесса. Анодно-катодные волны. Анализ обратимых волн. Значение потенциалов полуволн и их определение. Необратимые электродные процессы. Анализ необратимых полярографических волн. Определение коэффициента переноса и константы скорости электродной реакции. Квазиобратимые процессы. Хроновольтамперометрия. Обратимые электродные процессы, уравнение Рендлса-Шевчика. Критерии обратимости электродного процесса. Необратимые процессы. Потенциалы полупика и пика, величина тока пика. Определение кинетических параметров. Признаки необратимости процесса. Инверсионная вольтамперометрия. Релаксационные методы. Основной потенциостатический метод. Метод ступенчатого изменения напряжения. Основной гальваностатический метод. Хронопотенциометрия. Уравнение Санда и Караоглава. Обратимые процессы. Переходное время. Необратимые электродные процессы. Определение кинетических параметров. Хронопотенциометры. Хронопотенциометры с реверсом по времени и потенциалу. Хронопотенциометрия с накоплением. Циклическая хронопотенциометрия. Импедансные методы и приборы для их реализации. Электрохимическая импедансная спектроскопия. Понятие импеданса. Способы представления результатов импедансных измерений. Диаграммы Боде. Годографы импеданса. Применение электрохимической импедансной спектроскопии в исследовании электрохимической кинетики, коррозионных процессов, источников тока. Методы изучения продуктов электродных реакций: хронопотенциометрия,	7	8	ПК-1.2-3 ПК-1.4-3 ПК-2.1-3 ПК-2.2-3 ПК-2.3-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	Устный опрос
-----	---	---	---	--	--	--------------

	хроновольтамперометрия, метод вращающегося дискового электрода с кольцом. /Лек/					
3.10	Обработка поляризационных кривых при различных условиях /Пр/	7	6	ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-1.4-3 ПК-1.4-У ПК-1.4-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	Выполнение практической работы
3.11	Определение теплоты растворения малорастворимых солей /Лаб/	7	2	ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-1.4-3 ПК-1.4-У ПК-1.4-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2	Отчет по лабораторной работе. Защита лабораторной работы.
3.12	Определение содержания кристаллизационной воды в $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ /Лаб/	7	2	ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-1.4-3 ПК-1.4-У ПК-1.4-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2	Отчет по лабораторной работе. Защита лабораторной работы.
3.13	Определение теплоты нейтрализации сильной кислоты сильным основанием /Лаб/	7	2	ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-1.4-3 ПК-1.4-У ПК-1.4-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2	Отчет по лабораторной работе. Защита лабораторной работы.

3.14	Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Оформление отчетов о лабораторных работах. Подготовка к экзамену. /Ср/	7	10	ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-1.4-3 ПК-1.4-У ПК-1.4-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	Вопросы по разделу. Отчет по лабораторной работе.
	Раздел 4. Обработка результатов электрохимических измерений					
4.1	Обработка результатов электрохимических измерений /Тема/	7	0			
4.2	Применение цифровых приборов и ЭВМ для обработки результатов исследований и управления электрохимическими измерениями. Статистические методы обработки экспериментальных данных. /Лек/	7	2	ПК-1.2-3 ПК-1.4-3 ПК-2.1-3 ПК-2.2-3 ПК-2.3-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	Устный опрос
4.3	Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Оформление отчетов о лабораторных работах. Подготовка к экзамену. /Ср/	7	10	ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-1.4-3 ПК-1.4-У ПК-1.4-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	Вопросы по разделу.
	Раздел 5. Промежуточная аттестация					
5.1	Экзамен /Тема/	7	0			
5.2	Подготовка к экзамену /Экзамен/	7	44,65	ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-1.4-У ПК-1.4-В ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	
5.3	Проведение консультации перед экзаменом /Кнс/	7	2	ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-1.4-У ПК-1.4-В ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-2.3-У ПК-2.3-В		

5.4	Прием экзамена /ИКР/	7	0,35	ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-1.4-У ПК-1.4-В ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-2.3-У ПК-2.3-В		
-----	----------------------	---	------	--	--	--

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Фонд оценочных средств приведен в Приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Приборы и методы исследования в электрохимии»).

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.1	Варенцов В. К., Рогожников Н. А., Уваров Н. Ф.	Электрохимические системы и процессы : учебное пособие	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011, 102 с.	978-5-7782- 1754-6, http://www.iprbookshop.ru/44705.html
Л1.2	Березин Н. Б., Межевич Ж. В.	Контрольные задания и тесты по курсу «Теоретическая электрохимия» : методические указания	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015, 44 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/63690.html
Л1.3	Брянский Б. Я.	Лекции по электрохимии : учебное пособие для классического университета	Саратов: Вузовское образование, 2017, 122 с.	978-5-4487- 0043-9, http://www.iprbookshop.ru/66635.html

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Сибирцев В. С.	Основы электрохимических процессов. Практикум. Часть 1 : учебное пособие	Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2015, 92 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/67517.html
Л2.2	Сибирцев В. С.	Основы электрохимических процессов. Практикум. Часть 2 : учебное пособие	Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2015, 78 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/67518.html
Л2.3	Сибирцев В. С.	Основы электрохимических процессов. Практикум. Часть 3 : учебное пособие	Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2015, 93 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/67519.html

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
ЛЗ.1	Лупенко Г. К., Апарнев А. И., Александрова Т. П., Казакова А. А.	Физико-химические методы анализа: Лабораторный практикум : учебно-методическое пособие	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017, 87 с.	978-5-7782-3370-6, http://www.iprbookshop.ru/91709.html
ЛЗ.2	Логинов В.С., Трегулов В.Р.	Физическая химия : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2014,	, https://elib.rsr.eu.ru/ebs/download/1132

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Электронно-библиотечная система «Лань», режим доступа – с любого компью-тера РГРТУ без пароля. –
Э2	Электронно-библиотечная система «IPRbooks», режим доступа – с любого ком-пьютера РГРТУ без пароля, из сети интернет по паролю. –

6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

Наименование	Описание
Операционная система Windows	Коммерческая лицензия
Kaspersky Endpoint Security	Коммерческая лицензия
Adobe Acrobat Reader	Свободное ПО
OpenOffice	Свободное ПО
Microsoft Office	Коммерческая лицензия
LibreOffice	Свободное ПО
FoxitReader	Свободное ПО

6.3.2 Перечень информационных справочных систем**7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1	321 учебно-административный корпус. учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивиду-дуальных консультаций, текущего кон-троля и промежуточной аттестации 44 места, проектор Optima EW775, экран, маркерная доска, место для преподавателя, оснащенное компьютером, жидкостный хрома-тограф Стайер и ИК Фурье-спектрометр ФСМ2202
2	326 учебно-административный корпус. учебная лабо-ратория, оснащенная лабораторным оборудованием, помещение для хранения учебного оборудования Панель LCD Philips, маркерная доска, место для преподава-теля, оснащенное компьютером (Intel Core i5/4Gb), вытяжные шкафы, дистиллятор ДЭ-4-02 “ЭМО”, набор лабораторной посуды для индивидуальной работы, реактивы, необходимые для выполнения работ, шкаф сушильный SNOL 58/350 LFN, весы OHAUS PA 214, аналитические с поверкой, весы OHAUS TA 152 в комплекте с гирей
3	328 учебно-административный корпус. 11 рабочих мест (ком-пьютерный класс (Intel Core i5/4Gb)) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением досту-па в электронную ин-формационно-образовательную среду РГРТУ

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методические указания приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины

Подписано заведующим кафедры

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Коваленко Виктор Васильевич, Заведующий кафедрой ХТ
16.02.2023 18:12 (MSK), Простая подпись

Подписано заведующим выпускающей кафедры

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Коваленко Виктор Васильевич, Заведующий кафедрой ХТ
16.02.2023 18:13 (MSK), Простая подпись

Подписано проректором по УР

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Корячко Алексей Вячеславович, Проректор по учебной работе
27.02.2023 10:28 (MSK), Простая подпись