

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

Моделирование электрохимических процессов
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Химической технологии
Учебный план	18.03.01_24_00_XT1.plx 18.03.01 Химическая технология
Квалификация	бакалавр
Форма обучения	очная
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	8 (4.2)		Итого	
Неделя	8			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Лабораторные	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Иная контактная работа	0,65	0,65	0,65	0,65
Консультирование перед экзаменом и практикой	2	2	2	2
Итого ауд.	50,65	50,65	50,65	50,65
Контактная работа	50,65	50,65	50,65	50,65
Сам. работа	37,3	37,3	37,3	37,3
Часы на контроль	44,35	44,35	44,35	44,35
Письменная работа на курсе	11,7	11,7	11,7	11,7
Итого	144	144	144	144

г. Рязань

Программу составил(и):

ст. преп., Шапкина Галина Алексеевна

Рабочая программа дисциплины

Моделирование электрохимических процессов

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 26.01.2024 протокол № 8.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Химической технологии

Протокол от 15.05.2024 г. № 5

Срок действия программы: 2024-2028 уч.г.

Зав. кафедрой Коваленко Виктор Васильевич

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 _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Химической технологии

Протокол от _____ 2026 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
Химической технологии

Протокол от _____ 2027 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры

Химической технологии

Протокол от _____ 2028 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Основной целью является освоение бакалаврами вопросов моделирования сложных химико-технологических процессов, которые в свою очередь формируют профессиональный уровень выпускника университета.
1.2	Задачи изучения дисциплины:
1.3	•овладение знаниями в области моделирования процессов и аппаратов химической технологии, составления и оптимизации математических моделей, использования современных математических программных пакетов в моделировании;
1.4	•формирование профессиональных навыков моделирования химико-технологических процессов, организации и проведения эксперимента, анализу и обработке данных с использованием современных информационных технологий.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Анализ и оптимизация электрохимических систем систем
2.1.2	Компьютерные технологии проектирования химических предприятий
2.1.3	Коррозия и защита металлов
2.1.4	Научно-исследовательская практика
2.1.5	Основы научных исследований и проектирования
2.1.6	Приборы и методы исследования в электрохимии
2.1.7	Производственная практика
2.1.8	Промышленная безопасность
2.1.9	Ресурсосбережение электрохимического производства
2.1.10	Экологическая безопасность электрохимического производства
2.1.11	Электрохимические покрытия металлами и сплавами
2.1.12	Технологическая (проектно-технологическая)
2.1.13	Теоретические основы электрохимии
2.1.14	Метрология, стандартизация и сертификация
2.1.15	Анализ и оптимизация электрохимических систем систем
2.1.16	Компьютерные технологии проектирования химических предприятий
2.1.17	Коррозия и защита металлов
2.1.18	Ресурсосбережение электрохимического производства
2.1.19	Анализ и оптимизация электрохимических систем систем
2.1.20	Компьютерные технологии проектирования химических предприятий
2.1.21	Ресурсосбережение электрохимического производства
2.1.22	Электрохимические покрытия металлами и сплавами
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ПК-2: Разрабатывает эскизные и рабочие проекты технологической оснастки, электронные геометрические модели конструкций технологической оснастки, проводит инженерные расчеты для разработанной технологической оснастки для производства простых, средней сложности и сложных изделий машиностроения с применением ЭХФМО	
ПК-2.1. Проводит сложные геометрические и точностные расчеты технологической оснастки, проводит расчеты на прочность, долговечность, теплообмен, надежность и силу закрепления заготовки для производства изделий машиностроения сложной формы с применением ЭХФМО, используя системы инженерных расчетов	

Знать Единая система конструкторской документации. Технические требования, предъявляемые к разрабатываемым конструкциям. Методики проведения технических расчетов при конструировании. CAD-системы: наименование, возможности, порядок работы в них. Прикладные компьютерные программы проведения инженерных расчетов: наименование, возможности, порядок работы в них. Основные этапы проектирования. Уметь Разрабатывать формообразующую часть простых электродов-инструментов с учетом вида и способа обработки. Назначать размеры допуски и посадки с учетом специфики ЭХМО. Назначать размеры допуски и посадки с учетом специфики ЭФМО. Использовать CAD-системы для подготовки конструкторской документации на электроды-инструменты для производства изделий машиностроения средней сложности с применением ЭХФМО. Оформлять конструкторскую документацию в соответствии с государственным стандартом. Владеть Методами проектирования, разработки и расчета технологической оснастки электродов-инструментов с использованием современных информационных технологий
ПК-2.2. Выполняет электронное графическое моделирование, сборочные чертежи и чертежи деталей технологической оснастки для производства изделий машиностроения сложной формы с применением ЭХФМО, используя 3D-CAD системы
Знать CAD-системы: наименование, возможности, порядок работы в них. Особенности процессов ЭФМО. Конструктивные особенности оборудования ЭФМО. Оформлять конструкторскую документацию в соответствии с государственным стандартом. Уметь Производить типовые геометрические и точностные расчеты электродов-инструментов для производства изделий машиностроения средней сложности с применением ЭХФМО с помощью прикладных компьютерных программ расчета размеров. Производить типовые расчеты на прочность, долговечность, теплообмен, надежность с помощью прикладных программ инженерных расчетов. Владеть Методами разработки и согласования документации для технологической оснастки и электродов - инструментов

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	Единую систему конструкторской документации
3.1.2	Методики проведения технических расчетов при конструировании
3.1.3	CAD-системы: наименование, возможности, порядок работы в них
3.1.4	Прикладные компьютерные программы проведения инженерных расчетов: наименование, возможности, порядок работы в них
3.1.5	Технические требования, предъявляемые к разрабатываемым конструкциям
3.1.6	Методики проведения технических расчетов при конструировании
3.1.7	CAD-системы: наименование, возможности, порядок работы в них
3.1.8	Особенности процессов ЭФМО
3.1.9	Конструктивные особенности оборудования ЭФМО
3.1.10	Оформлять конструкторскую документацию в соответствии с государственным стандартом
3.1.11	Прикладные компьютерные программы проведения инженерных расчетов: наименование, возможности, порядок работы в них
3.1.12	Основные этапы проектирования
3.1.13	Основные технологические возможности механических методов обработки
3.1.14	Материалы, применяемые для изготовления электродов-инструментов, и их характеристики
3.1.15	Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья.
3.2	Уметь:
3.2.1	Производить типовые расчеты на прочность, долговечность, теплообмен, надежность с помощью прикладных программ инженерных расчетов

3.2.2	Оформлять конструкторскую документацию в соответствии с государственным стандартом
3.2.3	Разрабатывать формообразующую часть простых электродов-инструментов с учетом вида и способа обработки
3.2.4	Назначать размеры допуски и посадки с учетом специфики ЭХМО
3.2.5	Использовать САД-системы для подготовки конструкторской документации на электроды-инструменты для производства изделий машиностроения средней сложности с применением ЭХФМО
3.2.6	Оформлять конструкторскую документацию в соответствии с государственным стандартом
3.2.7	Производить типовые геометрические и точностные расчеты электродов-инструментов для производства изделий машиностроения средней сложности с применением ЭХФМО с помощью прикладных компьютерных программ расчета размеров
3.2.8	Производить типовые расчеты на прочность, долговечность, теплообмен, надежность с помощью прикладных программ инженерных расчетов
3.2.9	Рассчитывать силу закрепления электрода инструмента в патроне с помощью прикладных программ инженерных расчетов
3.2.10	Оформлять конструкторскую документацию в соответствии с государственным стандартом
3.3	Владеть:
3.3.1	Методами разработки конструкторской документации на электроды-инструменты для производства изделий машиностроения средней сложности с применением ЭХФМО
3.3.2	Методами проектирования, разработки и расчета технологической оснастки электродов-инструментов с использованием современных информационных технологий
3.3.3	Методами разработки и согласования документации для технологической оснастки и электродов - инструментов
3.3.4	Научно-технической информацией и разрабатывать предложения по внедрению новых технологий производства с использованием ЭХФМО, технологической оснастки и электродов – инструментов

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Химико-технологические системы как объекты моделирования					
1.1	Химико-технологические системы как объекты моделирования /Тема/	8	0			Устный опрос. Решение примеров. Вопросы по разделу. Отчет
1.2	Общесистемные свойства. Классификация систем. Методологические отличия систем /Лек/	8	2	ПК-2.1-3 ПК-2.2-3	Л1.1 Л1.2	Устный опрос
1.3	Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Оформление лабораторной работы. Подготовка к экзамену /Ср/	8	4	ПК-2.1-3 ПК-2.2-3	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2	Решение примеров. Вопросы по разделу. Отчет
	Раздел 2. Теоретические основы моделирования					
2.1	Теоретические основы моделирования /Тема/	8	0			Устный опрос. Решение примеров. Вопросы по разделу. Отчет
2.2	Принцип моделируемости. Цели моделирования. Индуктивный и системный подходы к моделированию. Классификация моделей /Лек/	8	2	ПК-2.1-3 ПК-2.2-3	Л1.1 Л1.2	Устный опрос
2.3	Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Оформление лабораторной работы. Подготовка к экзамену /Ср/	8	4	ПК-2.1-3 ПК-2.2-3	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2	Решение примеров. Вопросы по разделу. Отчет
	Раздел 3. Общая схема моделирования					

3.1	Общая схема моделирования /Тема/	8	0			Устный опрос. Решение примеров. Вопросы по разделу. Отчет
3.2	Разработка концептуальной модели. Формализация. Мо-дельный эксперимент. Оценивание адекватности и корректирование моделей /Лек/	8	2	ПК-2.1-3 ПК-2.2-3	Л1.1 Л1.2	Устный опрос
3.3	Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Оформление лабораторной работы. Подготовка к экзамену /Ср/	8	4	ПК-2.1-3 ПК-2.2-3	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2	Решение примеров. Вопросы по разделу. Отчет
	Раздел 4. Основные понятия и принципы моделирования ХТП					
4.1	Основные понятия и принципы моделирования ХТП /Тема/	8	0			Устный опрос. Решение примеров. Вопросы по разделу. Отчет
4.2	Понятие Модели ХТП. Виды моделей. Математическая модель. Физическая модель. Преимущества и недостатки. Классификация мат. моделей. Методы построения мат. моделей /Лек/	8	2	ПК-2.1-3 ПК-2.2-3	Л1.1 Л1.2	Устный опрос
4.3	Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Оформление лабораторной работы. Подготовка к экзамену /Ср/	8	4	ПК-2.1-3 ПК-2.2-3	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2	Решение примеров. Вопросы по разделу. Отчет
	Раздел 5. Эмпирический метод построения математических моделей					
5.1	Эмпирический метод построения математических моделей /Тема/	8	0			Устный опрос. Решение примеров. Вопросы по разделу. Выполнение лабораторных работ. Отчет
5.2	Формулирование цели, выбор факторов и переменных состояния объекта исследования, виды уравнений регрессии. Планирование и проведение экспериментов. Статистическая обработка результатов и поиск наилучшей формы аппроксимации полученных данных /Лек/	8	4	ПК-2.1-3 ПК-2.2-3	Л1.1 Л1.2Л2.1	Устный опрос
5.3	Классификация растворов электролитов, равновесие в них и их электролитическая диссоциация. Ион-дипольное взаимодействие в растворах электролитов. Гальванический элемент. Законы Фарадея. Неравновесные явления в растворах электролитов /Пр/	8	8	ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2	Решение примеров. Вопросы по разделу. Отчет
5.4	Моделирование сепаратора в программе СОСО. Моделирование реактора в программе СОСО. Моделирование простой ректификационной колонны в программе СОСО. Моделирование сложной ректификационной колонны в программе СОСО /Лаб/	8	8	ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2	Выполнение лабораторных работ. Отчет

5.5	Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Оформление лабораторной работы. Подготовка к экзамену /Ср/	8	10	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2	Решение примеров. Вопросы по разделу. Отчет
	Раздел 6. Теоретический метод построения математических моделей					
6.1	Теоретический метод построения математических моделей /Тема/	8	0			Устный опрос. Решение примеров. Вопросы по разделу. Выполнение лабораторных работ. Отчет
6.2	Законы сохранения. Законы термодинамики и термодинамического равновесия. Законы переноса и химической кинетики. Исчерпывающее описание процессов химической технологии и типовые модели структуры потока. Импульсный ввод индикатора для определения параметров типовых и комбинированных моделей структуры потоков. Моделирование теплообменных процессов. Моделирование массообменных процессов. Математические модели химических реакторов. Влияние структуры потоков на протекание химических реакций. Влияние переноса массы на протекание химической реакции и селективность /Лек/	8	4		Л1.1 Л1.2	Устный опрос
6.3	Электрохимическая кинетика электродных процессов. Диффузионная кинетика электродных процессов. Кинетика многостадийных реакций. Кинетика электродных процессов с лимитирующей химической стадией /Пр/	8	8	ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2	Решение примеров. Вопросы по разделу. Отчет
6.4	Моделирование теплообменника в программе СОСО. Моделирование технологической схемы №1 в программе СОСО. Моделирование технологической схемы №2 в программе СОСО. Моделирование технологической схемы №3 в программе СОСО /Лаб/	8	8	ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2	Выполнение лабораторных работ. Отчет
6.5	Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Оформление лабораторной работы. Подготовка к экзамену /Ср/	8	11,3	ПК-2.1-3 ПК-2.2-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2	Решение примеров. Вопросы по разделу. Отчет
	Раздел 7. Промежуточная аттестация					
7.1	Курсовой проект /Тема/	8	0			
7.2	Выполнение курсового проекта /ИКР/	8	0,3		Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2	
7.3	Защита курсового проекта /КПКР/	8	11,7		Л1.1 Л1.2	Беседа по пояснительной записке
7.4	Экзамен /Тема/	8	0			
7.5	Подготовка к экзамену /Экзамен/	8	44,35		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2	

7.6	Проведение консультации /Кнс/	8	2		Л1.1 Л1.2	
7.7	Прием экзамена /ИКР/	8	0,35		Л1.1 Л1.2	Экзамен по билетам

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Фонд оценочных средств приведен в Приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Моделирование электрохимических процессов»).

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	Шимова, Ю. С., Демиденко, Н. Ю., Лис, Е. В.	Моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие	Красноярск: Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, 2021, 94 с.	978-5-86433-860-5, https://www.iprbookshop.ru/116642.html
Л1.2	Воробьева Е.В., Коваленко В.В., Кулавина Н.Ю., Лобанова Л.И., Маслов А.Д., Шашкина Г.А.	Оборудование электрохимического производства и процессы моделирования в химической технологии : учеб. пособие	Москва: КУРС, 2024, 152с.	978-5-906818-62-1, 1

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Зиятдинов Н. Н., Лаптева Т. В., Рыжов Д. А., Богула Н. Ю.	Системный анализ химико-технологических процессов с использованием программы ChemCad : учебно-методическое пособие	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2009, 212 с.	978-5-7882-0806-0, http://www.iprbookshop.ru/62670.html
Л2.2	Самойлов Н. А.	Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико-технологических процессов"	Санкт-Петербург: Лань, 2021, 176 с.	978-5-8114-1553-3, https://e.lanbook.com/book/169384

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	Лызлова М.В., Логинов В.С.	Процессы и аппараты химической технологии : метод. указ. к курс. проект.	Рязань, 2014, 16с.	, 1

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.2	Лызлова М.В., Логинов В.С.	Процессы и аппараты химической технологии : метод. указ. к практ. занятиям	Рязань, 2014, 76с.	, 1

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Электронно-библиотечная система «Лань», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля
Э2	Электронно-библиотечная система «IPRbooks», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля, из сети интернет по паролю
Э3	

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
Adobe Acrobat Reader	Свободное ПО
LibreOffice	Свободное ПО
OpenOffice	Свободное ПО
SMathStudio	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 индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 44 места, проектор Optima EW775, экран, маркерная доска, место для преподавателя, оснащенное компьютером, жидкостный хромо-тограф Стайер и ИК Фурье-спектрометр ФСМ2202
2	328 учебно-административный корпус. 11 рабочих мест (ком-пьютерный класс (Intel Core i5/4Gb)) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную ин-формационно-образовательную среду РГРТУ

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методические указания приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
КАФЕДРЫФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Коваленко Виктор
Васильевич, Заведующий кафедрой ХТ

13.09.24 16:24 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
ВЫПУСКАЮЩЕЙ
КАФЕДРЫФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Коваленко Виктор
Васильевич, Заведующий кафедрой ХТ

16.09.24 13:34 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
НАЧАЛЬНИКОМ УРОПФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Ерзылёва Анна
Александровна, Начальник УРОП

17.09.24 09:33 (MSK)

Простая подпись