

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

Анализ и оптимизация ХТ систем
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Химической технологии
Учебный план	18.03.01_22_00_ХТ2.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.т.н., доц., Коваленко Виктор Васильевич

Рабочая программа дисциплины

Анализ и оптимизация ХТ систем

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 28.01.2022 протокол № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Химической технологии

Протокол от 30.06.2022 г. № 5

Срок действия программы: 2022-2026 уч.г.

Зав. кафедрой Коваленко Виктор Васильевич

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 _____

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 _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Цели освоения дисциплины: формирование у обучающихся навыков организации и планирования научной работы, приобретение обучающимися опыта проведения научного эксперимента и обработки результатов научно-практических исследований.
-----	--

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	Спектральные методы анализа	
2.1.3	Теоретические основы химической технологии природных энергоносителей и углеродных материалов	
2.1.4	Инженерное оформление процессов химической технологии	
2.1.5	Метрология, стандартизация и сертификация	
2.1.6	Актуальные проблемы химии, химической технологии и экологии	
2.1.7	Ознакомительная практика	
2.1.8	Учебная практика	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Моделирование химико-технологических процессов	
2.2.2	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.3	Преддипломная практика	
2.2.4	Производство катализаторов	
2.2.5	Технология катализаторов нефтепереработки	
2.2.6	Технология получения смазочных материалов и химмотология	
2.2.7	Товароведение нефтяных и нефтехимических продуктов	
2.2.8	Производство катализаторов	
2.2.9	Технология получения смазочных материалов и химмотология	

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**ПК-2: Определяет тематику и инициирует научно-исследовательские работы**

ПК-2.1. Анализирует и систематизирует научно-техническую информацию по совершенствованию действующих и освоению новых технологических процессов по обеспечению выпуска продукции высокого качества

Знать

Технологические схемы

Уметь

Проводить работу по совершенствованию действующих и освоению новых технологических процессов

Владеть

Методами применения компьютерных программ для построения технологических схем и анализа процессов химической технологии, а также синтеза химико-технологических систем и подготовки исходных данных для проектирования

ПК-2.5. Проводит обработку научно-технической информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использует пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров

Знать

Стандарты, технические условия и другие руководящие материалы по разработке и оформлению научно-технической документации

Уметь

Разрабатывать методические материалы, техническую документацию

Владеть

Навыками обработки, систематизации и критического анализа научно-технической информации, расчетов технологических параметров

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	способы обработки результатов эксперимента и анализа результатов
3.1.2	методы эмпирического исследования
3.2	Уметь:
3.2.1	применять аналитические и численные методы решения поставленных задач

3.2.2	проводить физические и химические эксперименты
3.3	Владеть:
3.3.1	прикладными программами для обработки данных, полученных в ходе эксперимента
3.3.2	методами теоретического и экспериментального исследования

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Основные понятия и определения					
1.1	Основные сведения о подходах к анализу и оптимизации ХТС. Эффективность функционирования ХТС, свойства ХТС. Понятие о моделируемой схеме /Тема/	7	0			Устный опрос. Отчет.
1.2	Основные понятия и определения изучаемой дисциплины /Лек/	7	2	ПК-2.1-3 ПК-2.5-3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Устный опрос
1.3	Изучение ГОСТов по оформлению текста. Оформление текстовой документации. /Пр/	7	4	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.5-3 ПК-2.5-У ПК-2.5-В	Л1.1 Л1.2Л3.1 Л3.2 Л3.5 Э1 Э2	Отчет
1.4	Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Подготовка к экзамену. /Ср/	7	9	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.5-3 ПК-2.5-У ПК-2.5-В	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Устный опрос.
	Раздел 2. Модели химико-технологических процессов					
2.1	Связь химико-технологических процессов и химико-технологических систем. Типовые технологические операторы ХТС. Виды технологических связей между операторами. Модели химико-технологических систем. /Тема/	7	0			Устный опрос. Отчет. Защита лабораторной работы.
2.2	Модели химико-технологических процессов /Лек/	7	4	ПК-2.1-3 ПК-2.5-3	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.4 Л3.6 Э1 Э2	Устный опрос
2.3	Создание и редактирование фигур в Visio /Лаб/	7	4	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.5-3 ПК-2.5-У ПК-2.5-В	Л1.1Л3.1 Л3.6 Э1 Э2	Отчет. Защита лабораторной работы.
2.4	Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Подготовка к экзамену. /Ср/	7	10	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.5-3 ПК-2.5-У ПК-2.5-В	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.4 Л3.6 Э1 Э2	Устный опрос. Защита лабораторной работы.
	Раздел 3. Формализованная постановка задач расчета и оптимизации и ХТС					
3.1	Математическая модель ХТС. Постановки задач расчета. Постановка задачи оптимизации ХТС. Постановки задачи оптимального синтеза ХТС. /Тема/	7	0			Устный опрос. Отчет.
3.2	Формализованная постановка задач расчета и оптимизации и ХТС /Лек/	7	2	ПК-2.1-3 ПК-2.5-3	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.4 Л3.6 Э1 Э2	Устный опрос.

3.3	Операции с фигурами. Оформление схем в Visio /Пр/	7	4	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.5-3 ПК-2.5-У ПК-2.5-В	Л1.1Л3.1 Л3.6 Э1 Э2	Отчет
3.4	Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Подготовка к экзамену. /Ср/	7	10	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.5-3 ПК-2.5-У ПК-2.5-В	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.4 Л3.6 Э1 Э2	Устный опрос.
	Раздел 4. Расчет и оптимизация ХТС.					
4.1	Структурный анализ ХТС. Методы расчета комплекса. Оптимизация ХТС. Оптимальный синтез ХТС. Эвристические правила при проектировании схем ректификации. Эвристические правила при проектировании процессов теплообмена. Эвристические правила при проектировании реакторных процессов. Концепция оптимального использования энергии Концепция эффективного использования оборудования Концепция минимизации отходов. /Тема/	7	0			Устный опрос. Отчеты. Защита лабораторной работы.
4.2	Расчет и оптимизация ХТС. /Лек/	7	8	ПК-2.1-3 ПК-2.5-3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.4 Л3.6 Э1 Э2	Устный опрос
4.3	Управление слоями. Макросы. /Лаб/	7	4	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.5-3 ПК-2.5-У ПК-2.5-В	Л1.1Л3.1 Л3.6 Э1 Э2	Отчет. Защита лабораторной работы.
4.4	Построение пользовательских элементов в Visio. Создание технологических схем. /Пр/	7	4	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.5-3 ПК-2.5-У ПК-2.5-В	Л1.1Л3.1 Л3.6 Э1 Э2	Отчет
4.5	Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Подготовка к экзамену. /Ср/	7	10	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.5-3 ПК-2.5-У ПК-2.5-В	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.4 Л3.6 Э1 Э2	Защита лабораторной работы. Устный опрос.
	Раздел 5. Оптимизации химико-технологических процессов.					
5.1	Проблемы оптимизации химико-технологических процессов. Показатели эффективности химико-технологических процессов. Технологические критерии эффективности. Экономические критерии эффективности. Характеристика методов оптимизации химико-технологических процессов. Реализация задачи оптимизации при помощи универсально моделирующих программ Минимизация тепловой нагрузки при работе ректификационной колонны. Максимизация прибыли при работе ректификационной колонны. /Тема/	7	0			Устный опрос. Отчеты. Защита лабораторной работы.

5.2	Оптимизации химико-технологических процессов. /Лек/	7	8	ПК-2.1-3 ПК-2.5-3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Л3.4 Л3.7 Э1 Э2	Устный опрос
5.3	Статический анализ детали. Создание задачи. Анализ результатов расчета. /Лаб/	7	4	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.5-3 ПК-2.5-У ПК-2.5-В	Л1.1Л3.1 Л3.7 Э1 Э2	Отчет. Защита лабораторной работы.
5.4	Статический анализ детали. Подбор оптимальной конструкции детали, создание библиотеки материалов. /Пр/	7	4	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.5-3 ПК-2.5-У ПК-2.5-В	Л1.1Л3.1 Л3.7 Э1 Э2	Отчет
5.5	Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Подготовка к экзамену. /Ср/	7	10	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.5-3 ПК-2.5-У ПК-2.5-В	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Л3.4 Л3.7 Э1 Э2	Защита лабораторной работы. Устный опрос.
	Раздел 6. Применение экономических критериев для оптимизации реакционного узла.					
6.1	Влияние единичной мощности оборудования. Оптимизация концентрации гомогенного катализатора. Оптимальные концентрации инициатора и температура реакции. Оптимизация степени конверсии. Выбор типа реактора /Тема/	7	0			Устный опрос
6.2	Применение экономических критериев для оптимизации реакционного узла. /Лек/	7	4	ПК-2.1-3 ПК-2.5-3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Л3.4 Э1 Э2	Устный опрос
6.3	Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Подготовка к экзамену. /Ср/	7	10	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.5-3 ПК-2.5-У ПК-2.5-В	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Л3.4 Э1 Э2	Устный опрос
	Раздел 7. Оптимизация замкнутых структур.					
7.1	Формализация требований к системе: целевая функция. Обзор методов оптимизации. Особенности целевых функций при оптимизации регуляторов. Автоматическая оптимизация регуляторов замкнутых систем Усовершенствование качественных характеристик систем управления при использовании ПИ2Д2-регулятора. /Тема/	7	0			Устный опрос. Отчеты. Защита лабораторной работы.
7.2	Оптимизация замкнутых структур. /Лек/	7	4	ПК-2.1-3 ПК-2.5-3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2	Устный опрос
7.3	Расчеты и диаграммы в Excel. /Лаб/	7	4	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.5-3 ПК-2.5-У ПК-2.5-В	Л1.1Л3.1 Л3.3 Э1 Э2	Отчет. Защита лабораторной работы.

7.4	Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Подготовка к экзамену. /Ср/	7	10	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.5-3 ПК-2.5-У ПК-2.5-В	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2	Защита лабораторной работы. Устный опрос
	Раздел 8. Промежуточная аттестация					
8.1	Экзамен /Тема/	7	0			
8.2	Подготовка к экзамену /Экзамен/	7	44,65	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.5-3 ПК-2.5-У ПК-2.5-В	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Э1 Э2	
8.3	Консультирование перед экзаменом /Кнс/	7	2	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.5-3 ПК-2.5-У ПК-2.5-В	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Э1 Э2	
8.4	Прием экзамена /ИКР/	7	0,35	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.5-3 ПК-2.5-У ПК-2.5-В	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Э1 Э2	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Фонд оценочных средств приведен в Приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Анализ и оптимизация ХТ систем»).

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	Баландина Н. В.	Основы экспериментальных исследований : учебное пособие	Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2015, 113 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/62983.html
Л1.2	Герке, Л. Н., Князева, А. В., Гильфанов, М. Ф., Макаров, А. А., Филонычев, А. А.	Оптимизация химико-технологических процессов : учебное пособие	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2018, 104 с.	978-5-7882-2493-0, http://www.iprbookshop.ru/100575.html

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
---	---------------------	----------	-------------------	-------------------------

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Муромцев Д. Ю., Шамкин В. Н.	Методы оптимизации и принятие проектных решений : учебное пособие для магистрантов по направлению 11.04.03	Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015, 80 с.	978-5-8265-1451-1, http://www.iprbookshop.ru/63866.html

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	Кручинин В. В., Тановицкий Ю. Н., Хомич С. Л.	Компьютерные технологии в науке, образовании и производстве электронной техники : учебное пособие	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012, 155 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/13941.html
Л3.2	Земляной К. Г., Павлова И. А.	Основы научных исследований и инженерного творчества (учебно-исследовательская и научно-исследовательская работа студента) : учебно-методическое пособие по выполнению исследовательской работы	Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015, 68 с.	978-5-7996-1388-4, http://www.iprbookshop.ru/68267.html
Л3.3	Анеликова Л. А.	Лабораторные работы по Excel	Москва: СОЛОН-ПРЕСС, 2019, 112 с.	978-5-91359-257-6, http://www.iprbookshop.ru/90300.html
Л3.4	Михальчук А. А., Язиков Е. Г.	Многомерный статистический анализ эколого-геохимических измерений. Часть III. Лабораторный практикум : учебное пособие	Томск: Томский политехнический университет, 2015, 200 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/55197.html
Л3.5	Линов Н.В., Коваленко Вик.В., Лызлова М.В., Логинов В.С., Кулавина Н.Ю., Шашкина Г.А.	Химическая технология : Учебное пособие	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2016,	, https://elib.rsr.eu.ru/ebs/download/1252
Л3.6	Коваленко Вик.В., Кулавина Н.Ю., Шашкина Г.А.	Оформление графического материала в MS Visio : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2018,	, https://elib.rsr.eu.ru/ebs/download/1730
Л3.7	Коваленко Вик.В., Кулавина Н.Ю., Шашкина Г.А., Максимцов В.В.	T-FLEX DOCs 10. Информационные технологии в проектировании : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2009,	, https://elib.rsr.eu.ru/ebs/download/1738

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

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

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
Statistica Ultimatt Academic 13	Коммерческая лицензия
Microsoft Visio	Коммерческая лицензия
Mozilla Firefox	Свободное ПО
Виртуальная лаборатория	Коммерческая лицензия
T-FLEX CAD Учебная версия	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 хрома-тограф Стайер и ИК Фурье-спектрометр ФСМ2202
2	328 учебно-административный корпус. 11 рабочих мест (компьютерный класс (Intel Core i5/4Gb)) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-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
21.02.2023 18:09 (MSK), Простая подпись

Подписано заведующим выпускающей кафедры

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Коваленко Виктор Васильевич, Заведующий кафедрой ХТ
21.02.2023 18:09 (MSK), Простая подпись

Подписано проректором по УР

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Корячко Алексей Вячеславович, Проректор по учебной работе
27.02.2023 10:26 (MSK), Простая подпись