

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Нижнекамский химико-технологический институт (филиал)
 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
 высшего образования
 «Казанский национальный исследовательский технологический университет»
 (НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Н.И. Никифорова

«30» 05 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.04 «Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов»

Направление подготовки 18.04.01 «Химическая технология»

Профиль/программа Разработка и создание высокотехнологичных химических производств

Квалификация выпускника магистр

Форма обучения очная

Факультет Технологический

Кафедра-разработчик рабочей программы Нефтехимического синтеза

Курс, семестр 1 курс 1,2 семестр

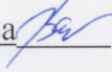
| Очная | Часы | Зачетные ед. | Часы | Зачетные ед. |
|-------------------------------------|-----------|--------------|--------------|--------------|
| | 1 семестр | | 2 семестр | |
| Лекции | 12 | 0,33 | - | - |
| Лабораторные занятия | 24 | 0,67 | 20 | 0,56 |
| Самостоятельная работа | 60 | 1,67 | 61 | 1,69 |
| Форма аттестации (часы на контроль) | Зачет | - | Экзамен (27) | 0,75 |
| КСР | 12 | 0,33 | - | - |
| Курсовой проект | - | - | + | + |
| Всего | 108 | 3 | 108 | 3 |

Нижнекамск, 2022 г.

1-2 с.с.с.с.

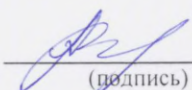
Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№ 910 от 07.08.2020) по направлению 18.04.01 «Химическая технология» (номер, дата утверждения)(шифр) (наименование направления) на основании учебного плана набора обучающихся 2022.

Разработчик программы:

Старший преподаватель кафедры Нефтехимического синтеза  А.Д. Валиев
(должность) (подпись) (И.О. Фамилия)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Нефтехимического синтеза, протокол от 06 апреля 2022 г. № 8

Зав. кафедрой


(подпись)

Р.З. Агзамов
(И.О. Фамилия)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Б1.В.04 «Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов» являются формирование у студента знаний и умений, необходимых для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре основной образовательной программы

Дисциплина Б1.В.04 «Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ООП и формирует у магистров по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины Б1.В.04 «Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов» бакалавр по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) «Общая химическая технология»
- б) «Процессы и аппараты химических производств»

Дисциплина Б1.В.04 «Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) Б1.В.05 «Современные технологии и оборудование выделения и концентрирования органических соединений»

Знания, полученные при изучении дисциплины Б1.В.04 «Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов», могут быть использованы при прохождении практик и выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Компетенции и индикаторы достижения компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ПК-4 Способен строить и использовать математические модели для описания и прогнозирования различных явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ, использовать пакеты прикладных программ при выполнении проектных работ

ПК-4.1 Знает методологию создания цифровых двойников технологических процессов с помощью математических моделей, комплексы программных продуктов, позволяющих создавать цифровые двойники на практике, методы анализа и оптимизации цифровых двойников

ПК-4.2 Умеет с помощью математических моделей создавать цифровые двойники реальных процессов для описания и прогнозирования различных явлений, производить их анализ и оптимизацию, используя пакеты прикладных программ

ПК-4.3 Владеет осмысленными навыками применения методов реализующих способность строить и использовать математические модели для описания и прогнозирования различных явлений, осуществлять их качественный

и количественный анализ, использовать пакеты прикладных программ при выполнении проектных работ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

- а) способы моделирования химико-технологических процессов;
- б) способы оптимизации химико-технологических процессов;
- в) программные средства моделирования химико-технологических процессов;

2) Уметь:

- а) моделировать химико-технологические процессы;
- б) оптимизировать химико-технологические процессы;
- в) пользоваться программными средствами моделирования химико-технологических процессов;

3) Владеть:

- а) методами моделирования и оптимизации химико-технологических процессов;
- б) навыками проектирования аппаратов химической промышленности;
- в) методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования.

4. Структура и содержание дисциплины Б1.В.04 «Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часа.

| № п/п | Раздел дисциплины | Семестр | Виды учебной работы(в часах) | | | | | Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам |
|------------------|--|---------|------------------------------|----------------------|----------------------|-----|-----|--|
| | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | КСР | СРС | |
| 1 | Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов | 1 | 12 | - | 24 | 12 | 60 | Коллоквиум №1,2, лабораторная работа №1-3, зачет |
| 2 | Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов | 2 | - | - | 20 | - | 61 | Лабораторная работа №4-6, курсовой проект, экзамен |
| ИТОГО | | | 12 | - | 44 | 12 | 121 | |
| Форма аттестации | | | | | Зачет Экзамен(27) | | | |

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций

| № | Раздел дисциплины | Часы | Тема лекционного занятия | Краткое содержание | Индикаторы достижения компетенции |
|---|--|------|---|--|-----------------------------------|
| 1 | Моделирование химико-технологических процессов | 1 | Тема 1. Основные термины и понятия | Модель и оригинал. Моделирование. Материальные и мысленные модели. Математические модели. Основные требования к процессу моделирования. | ПК-4.1 |
| | | 1 | Тема 2. Методы моделирования | Теория подобия. Виды подобий. Инварианты подобия. Критерии подобия. Теоремы подобия. Аналогия. Аналоговое моделирование. Математическое моделирование. | ПК-4.1 |
| | | 1 | Тема 3. Математическое моделирование химико-технологических процессов | Математическое моделирование. Схема разработки нового | ПК-4.1 |

| | | | | | |
|---|--|---|--|---|--------|
| | | | мико-технологических процессов | химико-технологического процесса. Этапы математического моделирования. | |
| | | 2 | Тема 4. Химико-технологический процесс как система | ХТП как система. Элементы ХТП. Неконтролируемые параметры. Основные физико-химические свойства технологических потоков. Подходы к описанию системы. Структурный подход. Эмпирический подход. Достоинства и недостатки подходов. Структура математического описания при структурном подходе. Иерархическая структура математической модели. Эмпирические модели. | ПК-4.1 |
| 1 | Моделирование химико-технологических процессов | 1 | Тема 5. Особенности моделей и задач математического моделирования. | Особенности моделей и задач математического моделирования. Точность моделей. Параметры моделей. Сложность моделей. Лимитирующие стадии. Стационарные и нестационарные процессы. Объекты с сосредоточенными и распределенными параметрами. Проектные и проверочные расчеты. Уравнения состояния. Моделирование химико-технологических процессов. | ПК-4.1 |
| | | 1 | Тема 6. Программы моделирования химико-технологических процессов. | Программы моделирования химико-технологических процессов. | ПК-4.1 |
| | | 1 | Тема 7. Регрессия | Регрессия. Виды регрессий. Линеаризация. Решение нели- | ПК-4.1 |

| | | | | | | |
|---|--|---|---|--|-------------------|--|
| | | | | | нейных уравнений. | |
| 2 | Оптимизация химико-технологических процессов | 1 | Тема 8. Постановка задач оптимизации | Оптимизация в условиях риска и неопределенности Оптимизация с учетом динамики системы Оптимизация с целочисленными переменными Оптимизация с учетом структуры ХТС Некоторые частные задачи оптимизации ХТС Оптимизация с учетом нескольких критериев Особенности задач оптимизации ХТС | ПК-4.1 | |
| | | 1 | Тема 9. Математическая модель и ее составляющие | Характеристика переменных Характеристика ограничений Характеристика целевой функции Основные подходы к решению задач оптимизации Понятие о методах и алгоритмах решения | ПК-4.1 | |
| | | 1 | Тема 10. Аналитические методы оптимизации | Аналитические методы оптимизации Линейное программирование Симплекс-метод Динамическое программирование Принцип максимума | ПК-4.1 | |
| | | 1 | Тема 11. Линейное программирование | Линейное программирование Симплекс-метод | ПК-4.1 | |

6. Содержание практических занятий

Практические работы не предусмотрены

7. Содержание лабораторных занятий

| № п/п | Раздел дисциплины | Часы | Тема практического занятия | Индикаторы достижения компетенции |
|------------------|--|------|--|-----------------------------------|
| 1 семестр | | | | |
| 1 | Моделирование и оптимизация химико-технологических | 8 | Моделирование и оптимизация установки очистки кислых газов | ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3 |
| 2 | | 8 | Моделирование и оп- | ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3 |

| | | | | |
|------------------|--|---|--|------------------------|
| | процессов | | тимизация установки атмосферной перегонки нефти | |
| 3 | | 8 | Моделирование и оптимизация установки вакуумной перегонки нефти | ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3 |
| 2 семестр | | | | |
| 4 | Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов | 8 | Моделирование и оптимизация установки изомеризации пентангесановой фракции | ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3 |
| 5 | | 6 | Моделирование и оптимизация осушки газов | ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3 |
| 6 | | 6 | Моделирование и оптимизация установки дебутанизации | ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3 |

8. Самостоятельная работа

| № п/п | Темы, выносимые на самостоятельную работу | Часы | Форма СРС | Индикаторы достижения компетенции |
|------------------|---|------|---|-----------------------------------|
| 1 семестр | | | | |
| 1 | Моделирование и оптимизация ХТС в программной среде HYSYS | 60 | Конспектирование, подготовка к зачету и лабораторным занятиям | ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3 |
| 2 семестр | | | | |
| 2 | Курсовой проект | 61 | Выполнение курсового проекта | ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3 |

8.1 Контроль самостоятельной работы

| № п/п | Темы, выносимые на самостоятельную работу | Часы | Форма КСР | Индикаторы достижения компетенции |
|------------------|---|------|--------------------------|-----------------------------------|
| 1 семестр | | | | |
| 1 | Моделирование ХТС в программной среде HYSYS | 12 | Прием лабораторных работ | ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3 |

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины Б1.В.04 «Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО «КНИТУ».

При изучении дисциплины предусматривается:

- 1 семестр: 3 лабораторных работ, 2 коллоквиума и зачет;
- 2 семестр: 3 лабораторных работ, экзамен и курсовой проект.

За экзамен студент может получить минимум 24 балла и максимум – 40 баллов.

| Оценочные средства | Кол-во | Min, баллов | Max, баллов |
|----------------------|--------|-------------|-------------|
| 1 семестр | | | |
| Лабораторное занятие | 3 | 18 | 30 |
| Коллоквиум | 2 | 18 | 30 |
| Зачет | | 40 | 40 |
| Итого: | | 60 | 100 |
| 2 семестр | | | |
| Лабораторная работа | 3 | 36 | 60 |
| Экзамен | | 24 | 40 |
| Итого: | | 60 | 100 |

| Оценочные средства | Кол-во | Min, баллов (базовый уровень) | Max, баллов (повышенный уровень) |
|--------------------------|--------|----------------------------------|-------------------------------------|
| Курсовой проект (работа) | 1 | 60 | 100 |

10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1. Основная литература

При изучении дисциплины Б1.В.04 Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

| Основные источники информации | Кол-во экз. |
|---|---|
| 1. Гумеров, А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А. М. Гумсров. — 2-е изд., перераб. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 176 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/168613/ | ЭБС «Лань» http://e.lanbook.com/book/168613 Доступ с любой точки интернета после регистрации с IP-адресов НХТИ |
| 2. Самойлов, Н.А. Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико- | 25 экз. в библ.отд. |

| | |
|---|--|
| технологических процессов": учебное пособие / Н.А.Самойлов.-3-е изд., испр. и доп.- СПб.: Лань, 2013.- 176 с.: ил. | |
| 3. Клинов, А. В. Лабораторный практикум по математическому моделированию химико-технологических процессов : учебное пособие / А. В. Клинов, А. В. Малыгин. — Казань : КНИТУ, 2011. — 99 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/view/book/13285 | ЭБС «Лань» http://e.lanbook.com/book/13285 Доступ с любой точки интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ |

11.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

| Дополнительные источники информации | Кол-во экз. |
|---|--|
| 1.Ефремов, Г. И. Моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебник / Г.И. Ефремов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 255 с. - Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=510221 , по паролю.- ЭБС «Znani» | ЭБС «Znani» http://znanium.com/bookread2.php?book=510221 Доступ с любой точки Интернет после регистрации IP-адресов НХТИ |
| 2. Закгейм, А. Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Ю. Закгейм. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Логос, 2012. - 304 с. Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=468690 , | ЭБС «Znani» http://znanium.com/bookread2.php?book=468690 Доступ с любой точки Интернет после регистрации IP-адресов НХТИ |

11.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины Б1.В.04Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов рекомендуется использование электронных источников информации:

1. ЭБС Лань – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>
2. ЭБС «Znani» – Режим доступа: <http://znanium.com>
3. Федеральный портал «Российское образование» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.edu.ru/>, свободный.
4. Федеральный центр информационно-образовательный ресурс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fcior.edu.ru/>, свободный.
5. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.window.edu.ru/>, свободный.

11.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных PubChem [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>
2. База данных NIST Chemistry WebBook [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://webbook.nist.gov/chemistry/>

Согласовано
Зав. отделом
по библиотечному
обслуживанию



В.Я. Тарасова

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Реализация дисциплины требует:

| № кабинета, название | Перечень основного оборудования в учебных кабинетах | Фактический адрес учебных кабинетов | Общая площадь, м ² | Количество посадочных мест |
|---|---|--|-------------------------------|----------------------------|
| 408 Кабинет метрологии, стандартизации и сертификации (№ 35 помещения в соответствии с документами бюро технической инвентаризации) | Комплект технического оснащения, учебного и лабораторного оборудования: процессор «Пентиум 2»; проектор Epson-X3; монитор. Мебель: столы; скамьи; доска ученическая. Набор учебно-наглядных пособий: комплект наглядных материалов для выполнения графической части курсовых и выпускных проектов на стендах. Программное обеспечение: WindowsXP, MicrosoftOffice 2007, Антивирус Касперского Оборудование и материалы, обеспечивающие соблюдение требований пожарной безопасности и охраны здоровья обучающихся: датчик задымления. | 423578, Республика Татарстан, г. Нижнекамск, ул. Студенческая, д. 11 | 60,1 | 40 |
| 404 Компьютерный зал (№ 13 помещения в соответствии с документами бюро технической инвентаризации) | Комплект технического оснащения, учебного и лабораторного оборудования: системный блок – ASUS TeK P5KLP-AM; системный блок – Core 2 Duo E7400-Midi ATX 350; монитор — LG TFT 20// W2043SE-PF; монитор — Samsung 732N Black TFT 17//; Хаб — D-Link 10/100/1000mbps 24-port+2SFP+2*GbI; выход в Интернет – модем De-Link DWA 110; модуль сбора данных – МСД-100. Мебель: шкаф; столы-парты; стулья; скамьи; поворотнo-передвижная магнитно-маркерная доска Magnetoplan. Программное обеспечение: WindowsXP; MicrosoftOffice 2007; Антивирус Касперского. Оборуд | 423578, Республика Татарстан, г. Нижнекамск, пр. Строителей, д.47 | 63,2 | 40 |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | дование и материалы, обеспечивающие соблюдение требований пожарной безопасности и охраны здоровья обучающихся: огнетушитель. | | | |
|--|--|--|--|--|--|

13. Образовательные технологии

| Раздел Тема | Вид занятия | Интерактивная форма | Часы |
|--|----------------------|-----------------------------|------|
| 1 семестр | | | |
| Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов | Лабораторное занятие | Совместная групповая работа | 8 |
| 2 семестр | | | |
| Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов | Лабораторное занятие | Совместная групповая работа | 8 |