

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет
Кафедра

Естественнонаучный
Химии и химической технологии

Рабочая программа дисциплины (модуля)

дисциплина

Моделирование химико-технологических процессов

Блок Б1, вариативная часть, Б1.В.13

цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору)

Направление

18.03.01

код

Химическая технология

наименование направления

Программа

Технология и переработка полимеров

Форма обучения

Заочная

Для поступивших на обучение в
2020 г.

Разработчик (составитель)
кандидат химических наук, доцент

Залимова М. М.

ученая степень, должность, ФИО

Стерлитамак 2022

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)	3
1.1. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы	3
1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	5
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	5
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	5
4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)	5
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)	6
5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).....	8
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	9
6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	9
6.2. Перечень электронных библиотечных систем, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем	9

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

1.1. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший программу высшего образования, в рамках изучаемой дисциплины, должен обладать компетенциями, соответствующими видам профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа:

Способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ОПК-1)
Готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования (ПК-2)
Способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-16)

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Формируемая компетенция (с указанием кода)	Этапы формирования компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
Способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-16)	1 этап: Знания	Обучающийся должен знать: современные химические и физико-химические методы анализа
	2 этап: Умения	Обучающийся должен уметь: выбирать физико-химические методы анализа в зависимости от поставленной задачи, проводить статистическую обработку данных с использованием линейных методов анализа и стандартного программного обеспечения
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Обучающийся должен владеть: основными закономерности протекания химических реакций для принятия конкретного технического решения при разработке технологических процессов; методы корректной оценки погрешностей при проведении эксперимента
Готовностью применять аналитические и численные методы	1 этап: Знания	Обучающийся должен знать: методы решения задач с

<p>решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования (ПК-2)</p>		использованием современных информационных технологий, прикладные программные средства сферы профессиональной деятельности, базы данных
	2 этап: Умения	Обучающийся должен уметь: применять аналитические и численные методы решения задач профессиональной деятельности, работать с прикладными программными средствами и пакетами прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Обучающийся должен владеть: навыками решения задач профессиональной деятельности средствами информационных технологий, навыками отбора прикладного ПО и его эффективного применения
<p>Способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ОПК-1)</p>	1 этап: Знания	Обучающийся должен знать: формулировки основных положений и законов естественных наук и математики
	2 этап: Умения	Обучающийся должен уметь: применять законы естественных наук и математики для учебных задач
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Обучающийся должен владеть: методами естественных наук и математики для осуществления профессиональной деятельности

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина реализуется в рамках вариативной части.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: математика, физика, информатика, прикладная математика, физическая химия, общая и неорганическая химия, органическая химия, химическая технология. Дисциплина «Моделирование химико-технологических процессов» рассматривает основные научные методы исследования химических процессов – математическое моделирование и системный анализ, базирующиеся на закономерностях химических и фазовых превращений, явлений переноса теплоты и вещества.

Дисциплина изучается на 5 курсе в 9, 10 семестрах

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 72 акад. ч.

Объем дисциплины	Всего часов
	Заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	16
практических (семинарских)	12
другие формы контактной работы (ФКР)	0,2
Учебных часов на контроль (включая часы подготовки):	3,8
зачет	
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	40

Формы контроля	Семестры
зачет	10

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Наименование раздела / темы дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
		Контактная работа с преподавателем			СР
		Лек	Пр/Сем	Лаб	
3	Математическое описание структуры потоков в аппарате	4	0	0	10
2.1	Виды моделирования. Этапы составления математического	2	0	0	5

	описания химических процессов				
3.1	Методы исследования структуры потоков	2	0	0	5
3.2	Типовые математические модели структуры потоков	2	0	0	5
2	Моделирование химико-технологических процессов	2	0	0	5
1.1	Введение в дисциплину. Области применения ЭВМ в химической технологии	4	0	0	3
1	Области применения ЭВМ в химической технологии	4	0	0	3
4	Составление математических моделей экспериментальным методом	2	6	0	5
4.1	Составление математических моделей	2	6	0	5
5	Методы оптимизации химико-технологических процессов и нахождения экстремума функций	4	10	0	13
5.1	Методы оптимизации химико-технологических процессов	2	5	0	5
5.2	Обработка результатов активных экспериментов и оптимальное планирование	2	5	0	8
	Итого	16	16	0	36

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Курс лекционных занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
3	Математическое описание структуры потоков в аппарате	
2.1	Виды моделирования. Этапы составления математического описания химических процессов	Математическое моделирование химических процессов. Виды моделирования: физическое и математическое. Основные виды математических моделей: статистическая, динамическая и полная математическая модель. Выбор и построение модели процесса. Этапы составления математического описания. Состав математического описания. Моделирующий алгоритм. Установление адекватности математических моделей реальным объектам. Способы построения математических моделей. Математическое моделирование. Виды математических моделей: статистическая и динамическая. Выбор и построение модели с учетом закономерностей процесса. Составление моделирующего алгоритма для решения уравнений математического описания. Установление адекватности математических моделей реальным объектам. Способы построения математических моделей: аналитические, экспериментальные, экспериментально-аналитические.
3.1	Методы исследования	Импульсный ступенчатый и гармоничный методы

	структуры потоков	исследования структуры потоков. Сущность методов – измерение концентрации индикатора, который вводят на входе в аппарат, на выходе потока как функцию времени: $C=f(t)$, Основные характеристики распределения элементов потока по времени пребывания в аппарате (моменты функции распределения.)
3.2	Типовые математические модели структуры потоков	Математическое описание структуры потоков в аппарате. Методы исследования структуры потоков: импульсный метод, метод ступенчатого возмущения. Основные характеристики распределения элементов потока по времени пребывания в аппарате. Типовые математические модели структуры потоков в аппарате: модели идеального вытеснения и идеального смешения, диффузионная и ячеечная модели.
2	Моделирование химико-технологических процессов	
1.1	Введение в дисциплину. Области применения ЭВМ в химической технологии	Введение в дисциплину. Области применения ЭВМ в химической технологии. Переработка больших массивов информации. Обработка экспериментальных данных. Математическое моделирование. Оптимальное проектирование. Управление.
1	Области применения ЭВМ в химической технологии	
4	Составление математических моделей экспериментальным методом	
4.1	Составление математических моделей	Математические модели, составленные экспериментально-статическим методом. Параметрическая идентификация моделей методом наименьших квадратов. Регрессионный анализ: проверка воспроизводимости опытов; оценка значимости коэффициентов уравнения регрессии; проверка адекватности модели. Корреляционный анализ: коэффициент корреляции; частный коэффициент корреляции; множественный коэффициент корреляции. Определение параметров нелинейных регрессионных моделей.
5	Методы оптимизации химико-технологических процессов и нахождения экстремума функций	
5.1	Методы оптимизации химико-технологических процессов	Методы оптимизации химико-технологических процессов и нахождения экстремума (минимума или максимума) функций. Постановка задачи. Поисковые методы для функции одной переменной: методы сканирования, дихотомии (половинного деления), золотого сечения. Поисковые методы для функций многих переменных: метод Гаусса – Зейделя (метод покоординатного поиска). Поиск экстремума методом динамического программирования.
5.2	Обработка результатов активных экспериментов и оптимальное планирование	Обработка результатов активных экспериментов и оптимальное планирование экспериментов. Полный факторный эксперимент и обработка его результатов. Матрица полного факторного эксперимента и её свойства. Расчет коэффициентов уравнения регрессии. Дробный факторный эксперимент. Матрица дробного факторного эксперимента. Планирование со

		смешиванием. Определение совместных оценок коэффициентов регрессии. Разрешающая способность матрицы планирования. Расчет коэффициентов регрессии. Эксперименты на основе планов второго порядка. Ортогональное центральное композиционное планирование
--	--	--

Курс практических/семинарских занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
4	Составление математических моделей экспериментальным методом	
4.1	Составление математических моделей	<p>Практическое задание № 1. Обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов. Цель работы: Освоение обработки экспериментальных данных методом наименьших квадратов.</p> <p>Практическое задание № 2. Регрессионный анализ. Цель работы: Освоение метода регрессионного анализа и составление экспериментально-статистической модели процесса пиролиза.</p>
5	Методы оптимизации химико-технологических процессов и нахождения экстремума функций	
5.1	Методы оптимизации химико-технологических процессов	<p>Цель работы: Освоение методов сканирования, половинного деления (дихотомии) и золотого сечения.</p> <p>Практическое задание № 4. Многомерная оптимизация. Поиск экстремума методом Гаусса-Зейделя. Цель работы: Освоение метода многомерной оптимизации Гаусса-Зейделя.</p> <p>Практическое задание № 5. Многомерная оптимизация. Методы стохастической оптимизации. Симплексный метод. Цель работы: Освоение симплексного метода оптимизации.</p>
5.2	Обработка результатов активных экспериментов и оптимальное планирование	<p>Практическое задание № 6. Обработка экспериментальных данных кубическими сплайнами Цель работы: Освоение метода и алгоритма интерполяции экспериментальных данных кубическими сплайнами.</p>

5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

1. Поисковые методы экстремума функции многих переменных.
2. Метод Гаусса-Зейделя (метод покоординатного поиска)
3. Поиск экстремума методом динамического программирования

4. Динамическое программирование для процессов ректификации
5. Динамическое программирование для процессов абсорбции
6. Динамическое программирование для каскада реактивов
7. Динамическое программирование для множественных адиабатических слоев
8. Моделирование гетерогенных каталитических процессов
9. Разработка математических моделей массообменных процессов
10. Разработка математических моделей тепловых процессов

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная учебная литература:

1. Закгейм, А.Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие / А.Ю. Закгейм. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Логос, 2020. - 304 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-98704-471-1; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84988>
2. Клинов, А.В. Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие / А.В. Клинов, А.Г. Мухаметзянова; Федеральное агентство по образованию, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный технологический университет". - Казань: Казанский государственный технологический университет, 2020. - 144 с.: ил., табл., схем. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-7882-0774-2; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270540>

Дополнительная учебная литература:

1. Клинов, А.В. Лабораторный практикум по математическому моделированию химико-технологических процессов: учебное пособие / А.В. Клинов, А.В. Малыгин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский государственный технологический университет». - Казань: КГТУ, 2020. - 99 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 97.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258853>

6.2. Перечень электронных библиотечных систем, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№ п/п	Наименование документа с указанием реквизитов
-------	---