

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Сыров Игорь Анатольевич  
Должность: Директор  
Дата подписания: 30.10.2023 15:06:03  
Уникальный программный ключ:  
b683afe664d7e9f64175886cf9626a198149ad36

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

Факультет Математики и информационных технологий  
Кафедра Математического моделирования

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

дисциплина Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

**Блок Б1, вариативная часть, Б1.В.06**

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

Направление

**09.06.01**

**Информатика и вычислительная техника**

код

наименование направления

Программа

Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Форма обучения

**Очная**

Для поступивших на обучение в  
**2020 г.**

Разработчик (составитель)

к.ф.-м.н., доцент

Гнатенко Ю. А.

ученая степень, должность, ФИО

<b>1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) .....</b>	<b>3</b>
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
<b>2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....</b>	<b>4</b>
<b>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 .....</b>	<b>4</b>
<b>4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....</b>	<b>4</b>
4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах) .....	4
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам) .....	5
<b>5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).....</b>	<b>6</b>
<b>6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) .....</b>	<b>6</b>
6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	6
6.2. Перечень электронных библиотечных систем, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем .....	7
6.3. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства .....	8
<b>7. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) .....</b>	<b>8</b>

## 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 разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач (ПК-2)

Способностью реализовывать эффективные численные методы и алгоритмы в виде комплексов программ для проведения вычислительного эксперимента (ПК-4)

### 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 реализовывать эффективные численные методы и алгоритмы в виде комплексов программ для проведения вычислительного эксперимента (ПК-4)	1 этап: Знания	Обучающийся должен знать: численные методы и компьютерные технологии при решении инженерных задач.
	2 этап: Умения	Обучающийся должен уметь: применять базовые математические, естественнонаучные социально-экономические знания в профессиональной деятельности, ставить и решать задачи производственного анализа, связанные с созданием и переработкой материалов с использованием моделирования объектов и процессов химической технологии, нефтехимии
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Обучающийся должен владеть: профессиональными знаниями для определения, формулирования и решения производственных задач и обоснованно выбирать эффективные методы проектирования для достижения новых результатов;
Способностью разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач (ПК-2)	1 этап: Знания	Обучающийся должен знать:
	2 этап: Умения	Обучающийся должен уметь:
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Обучающийся должен владеть:

## 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: Математическое моделирование (в том числе химико-технологических процессов) как учебная дисциплина выступает, с одной стороны, как часть математики, тесно связанная с вычислениями и математическими законами, а с другой – как дисциплина, изучающая саму химическую природу, рассматриваемых процессов.

Содержание курса тесно связано фактически со всеми дисциплинами, которые изучались студентами. Предполагается, что аспиранты владеют основными понятиями математического и функционального анализа, теории множеств, высшей алгебры, математической логики, компьютерных наук.

Дисциплина «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» занимает важное место среди прикладных математических дисциплин. В процессе работы студенты должны на основе рассмотренных примеров освоить и применять процедуры построения математических моделей физических, химических и технологических процессов и явлений, изучить методы исследований возникающих при этом математических задач, в том числе задач оптимизации отдельных параметров и процессов в целом, делать выводы из полученных математических результатов.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре

## 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 4 зач. ед., 144 акад. ч.

Объем дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	2
практических (семинарских)	4
другие формы контактной работы (ФКР)	1,2
Учебных часов на контроль (включая часы подготовки):	34,8
экзамен	
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	102

Формы контроля	Семестры
экзамен	7

## 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)

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Виды учебных занятий, включая
---	--	-------------------------------

п/п		самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
		Контактная работа с преподавателем			СР
		Лек	Пр/Сем	Лаб	
<b>1</b>	<b>Химическая кинетика</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>51</b>
1.1	Основы математического моделирования, основные понятия химической кинетики и химической технологии.	2	2	0	9
1.2	Математическое моделирование простых химических реакций. Стехиометрический анализ, зависимость скорости реакции от температуры	0	0	0	14
1.3	Классификация химических аппаратов, реакторов. Основные понятия химической технологии.	0	0	0	14
1.4	Применение математических пакетов при моделировании систем дифференциальных уравнений большой размерности.	0	0	0	14
<b>2</b>	<b>Оптимизация сложных химико-технологических схем</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>51</b>
2.1	Оптимизация химико-технологических систем, процессов и аппаратов. Постановка задачи оптимизации, формулировка критерия оптимизации, технологические и физические ограничения, математическая модель системы.	0	2	0	9
2.2	Оптимизация температурного режима в реакторе идеального смешения. Оптимизация температурного режима в реакторе идеального вытеснения. Получение кинетических характеристик химических реакций на основе результатов эксперимента.	0	0	0	14
2.3	Определение гидродинамического режима реактора на основе дифференциальной функции распределения времени пребывания	0	0	0	14
2.4	Численное моделирование оптимизационных процессов, расчет технологических схем в программных оболочках (Scilab)	0	0	0	14
	<b>Итого</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>102</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Курс практических/семинарских занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
<b>1</b>	<b>Химическая кинетика</b>	
1.1	Основы математического моделирования, основные понятия химической кинетики и химической технологии.	Составление кинетических моделей простейших реакций и их аналитическое решение для изотермического режима. Проведение моделирования простейших реакций средствами математических

		пакетов, моделирование реального промышленного процесса.
<b>2</b>	<b>Оптимизация сложных химико-технологических схем</b>	
2.1	Оптимизация химико-технологических систем, процессов и аппаратов. Постановка задачи оптимизации, формулировка критерия оптимизации, технологические и физические ограничения, математическая модель системы.	Решение простейших оптимизационных задач на основе принципа максимума Понтрягина. Решение задачи оптимизации на основе принципа максимума Понтрягина. Алгоритм принципа максимума, численное решение краевой задачи и задачи Коши для кинетической модели.

Курс лекционных занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
<b>1</b>	<b>Химическая кинетика</b>	
1.1	Основы математического моделирования, основные понятия химической кинетики и химической технологии.	Математическое моделирование, понятие модели, способы составления, химическая кинетика, реакция, порядок реакции, молекулярность реакции, химическая технология.

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

Внеаудиторными формами и инструментами самостоятельной работы по дисциплине являются: изучение дополнительного теоретического материала, подготовка к практическим занятиям, подготовка к экзамену. Подробный перечень тем, выносимых на самостоятельное изучение, с указанием рекомендуемой учебно-методической литературы, представлен ниже.

1.2. Математическое моделирование простых химических реакций. Стехиометрический анализ, зависимость скорости реакции от температуры

1.3. Классификация химических аппаратов, реакторов. Основные понятия химической технологии.

1.4. Применение математических пакетов при моделировании систем дифференциальных уравнений большой размерности.

2.2. Оптимизация температурного режима в реакторе идеального смешения. Оптимизация температурного режима в реакторе идеального вытеснения. Получение кинетических характеристик химических реакций на основе результатов эксперимента.

2.3. Определение гидродинамического режима реактора на основе дифференциальной функции распределения времени пребывания

2.4. Численное моделирование оптимизационных процессов, расчет технологических схем в программных оболочках (Scilab)

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

### 6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

**Основная учебная литература:**

1. Леонтьева, А.И. Общая химическая технология / А.И. Леонтьева, К.В. Брянкин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. - Ч. 1. - 108 с.: ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.; То же [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277815> - Загл. с экрана. (21.06.2021)
2. 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, 2011. - 99 с.: ил., табл. - Библиогр.: с. 97.; То же [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258853>— Загл. с экрана. (21.06.2021)

#### Дополнительная 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. - М.: Логос, 2012. - 304 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-98704-471-1; То же [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84988>. - Загл. с экрана. (21.06.2021)
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, 2009. - 144 с.: ил., табл., схем. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-7882-0774-2; То же [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270540> - Загл. с экрана. (21.06.2021)

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

№ п/п	Наименование документа с указанием реквизитов
1	Договор на доступ к ЭБС ZNANIUM.COM между БашГУ в лице директора СФ БашГУ и ООО «Знаниум» № 3/22-эбс от 05.07.2022
2	Договор на доступ к ЭБС «ЭБС ЮРАЙТ» (полная коллекция) между БашГУ в лице директора СФ БашГУ и ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» № 1/22-эбс от 04.03.2022
3	Договор на доступ к ЭБС «Университетская библиотека онлайн» между БашГУ и «Нексмедиа» № 223-950 от 05.09.2022
4	Договор на доступ к ЭБС «Лань» между БашГУ и издательством «Лань» № 223-948 от 05.09.2022
5	Договор на доступ к ЭБС «Лань» между БашГУ и издательством «Лань» № 223-949 от 05.09.2022
6	Соглашение о сотрудничестве между БашГУ и издательством «Лань» № 5 от 05.09.2022
7	ЭБС «ЭБ БашГУ», бессрочный договор между БашГУ и ООО «Открытые библиотечные системы» № 095 от 01.09.2014 г.
8	Договор на БД диссертаций между БашГУ и РГБ № 223-796 от 27.07.2022

9	Договор о подключении к НЭБ и о предоставлении доступа к объектам НЭБ между БашГУ в лице директора СФ БашГУ с ФГБУ «РГБ» № 101/НЭБ/1438-П от 11.06.2019
10	Договор на доступ к ЭБС «ЭБС ЮРАЙТ» (полная коллекция) между УУНиТ в лице директора СФ УУНиТ и ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» № 1/23-эбс от 03.03.2023

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»)**

№ п/п	Адрес (URL)	Описание страницы
1	<a href="http://www.ngpedia.ru/id158988p1.html">http://www.ngpedia.ru/id158988p1.html</a>	Большая энциклопедия нефти и газа.
2	<a href="http://apps.webofknowledge.com">http://apps.webofknowledge.com</a>	Поисковая интернет-платформа, объединяющая реферативные базы данных публикаций в научных журналах и патентов
3	<a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>	Крупнейшая реферативная и цитируемая база рецензируемой литературы: научных журналов, книг и материалов конференций.
4	<a href="http://mm.lti-gti.ru/">http://mm.lti-gti.ru/</a>	Кафедра математического моделирования и оптимизации химико-технологических процессов

**6.3. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

Наименование программного обеспечения
Windows XP
Office Standart 2010 RUS OLP NL Acdmc
Maple 15
Statistica Automated Neural Networks for Windows v.10 Сетевые версии
Statistica Automated Neural Networks for Windows v.10
Mathcad Education

**7. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Тип учебной аудитории	Оснащенность учебной аудитории
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	Доска, учебная мебель, проектор, экран, компьютеры, учебно-наглядные пособия.
Лаборатория аппаратных средств вычислительной техники. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория групповых и индивидуальных консультаций	Доска, проектор, экран, учебная мебель, компьютеры, учебно-наглядные пособия.