

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский 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 » мая 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.О.10 Математическое моделирование объектов с распределенными параметрами

Направление подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»

Программа: Автоматизированные системы обработки информации и управления

Квалификация выпускника Магистр

Форма обучения: очная, очно-заочная

Факультет информационных технологий

Кафедра-разработчик рабочей программы ИСТ

Курс 1, семестр 2 – очная форма, Курс 1, семестр 2 – очно-заочная форма,

Наименование занятия	Очная форма		Очно-заочная	
	Часы	Зачетные единицы	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5	7	0,2
Практические занятия	-	-		
Лабораторные занятия	36	1	14	0,4
Контроль самостоятельной работы	18	0,5	14	0,4
Самостоятельная работа	36	1	73	2
Форма аттестации (часы на контроль)	зачет	-	зачет	-
Всего	108	3	108	3

Нижекамск, 2022 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования
(№ 918 от 19.09.2017) по направлению 09.04.01

(номер, дата утверждения)

(шифр)

«Информатика и вычислительная техника»

(наименование направления)

на основании учебного плана набора обучающихся 2022 г.

Разработчик программы:

доцент

(должность)

(подпись)

Л.Р. Вотякова

(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ИСТ,
протокол от 20.04.2022 г. № 8

Зав. кафедрой

(подпись)

О.В. Матухина

(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Математическое моделирование объектов с распределенными параметрами» являются

- а) формирование знаний о математических моделях объектов,
- б) обучение способам применения методов математического моделирования в научно-исследовательских задачах разработки автоматизированных систем обработки информации и управления,
- в) научить основам компьютерного моделирования.

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

Дисциплина «Математическое моделирование объектов с распределенными параметрами» относится к обязательной части ООП и формирует у магистров по направлению подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины магистр по направлению подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» должен обладать знаниями, устанавливаемыми ФГОС для высшего образования по математическим и естественнонаучным дисциплинам «Математика» и «Информатика» по направлению бакалавриата.

Дисциплина «Математическое моделирование объектов с распределенными параметрами» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) Б1.В.02 Междисциплинарный проект

Знания, полученные при изучении дисциплины «Математическое моделирование объектов с распределенными параметрами», могут быть использованы при прохождении практик и выполнении выпускной квалификационной работы.

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

ОПК-1 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте;

ОПК-1.1 Знает математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности;

ОПК-1.2 Умеет решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний;

ОПК-1.3 Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте;

ОПК-2 Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программ-

ные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач;

ОПК-2.1 Знает современные информационно - коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач;

ОПК-2.2 Умеет обосновывать выбор современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, разрабатывать оригинальные программные средства для решения профессиональных задач;

ОПК-2.3 Владеет навыками разработки оригинальных программных средств, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

- а) основные принципы построения математических моделей и способы их выбора;*
- б) основные принципы и методы исследования математических моделей, их формы представления;*
- в) способы применения теоретических методов к решению прикладных задач.*

2) Уметь:

- а) правильно сформулировать математическую постановку задачи;*
- б) решать численно дифференциальные уравнения с помощью математических пакетов;*
- в) использовать принципы и методы математического моделирования при разработке и исследовании систем управления.*

3) Владеть:

- а) навыками работы с математическими пакетами программ;*
- б) навыками оценки границ применимости модели;*
- в) приемами построения иерархических моделей, разбиения сложного на простое;*
- д) навыками составления документации и оформления результатов проведенных исследований.*

4. Структура и содержание дисциплины «Математическое моделирование объектов с распределенными параметрами»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

№ п /п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточ- ной аттеста- ции по разде- лам
			Очная форма					
			Лек- ции	Практиче- ские заня- тия	Лабора- торные работы	КСР	СРС	
1	Основные поня- тия математиче- ского моделиро- вания.	2	2	-	-	-	2	Текущий кон- троль, зачет
2	Численные ме- тоды решения дифференциаль- ных уравнений	2	8	-	14	12	14	Текущий кон- троль, лабора- торная работа №1 – 4
3	Моделирование инженерных за- дач и процессов, приводящих к дифференциаль- ным уравнениям	2	2	-	4	2	6	Текущий кон- троль, лабора- торная работа №5, зачет
4	Математические программные системы.	2	2	-	2	-	4	Текущий кон- троль, лабора- торная работа №6, зачет
5	Прикладные па- кеты компьютер- ного моделиро- вания.	2	4	-	16	4	10	Текущий кон- троль, лабора- торная работа №7 – 11, зачет
ИТОГО			18	-	36	18	36	108
Форма аттестации					Зачет			

№ п /п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах) Очно-заочная форма					Оценочные средства для проведения промежуточ- ной аттеста- ции по раз- делам
			Лек- ции	Практиче- ские заня- тия	Лабора- торные работы	КСР	СРС	
1	Основные поня- тия математиче- ского моделиро- вания.	2	1	-	-	-	14,6	Текущий контроль, за- чет
2	Численные ме- тоды решения дифференциаль- ных уравнений	2	1	-	4	4	14,6	Текущий контроль, ла- бораторная работа №1 – 4
3	Моделирование инженерных за- дач и процессов, приводящих к дифференциаль- ным уравнениям	2	1	-	4	4	14,6	Текущий контроль, ла- бораторная работа №5, зачет
4	Математические программные системы.	2	2	-	3	3	14,6	Текущий контроль, ла- бораторная работа №6, зачет
5	Прикладные па- кеты компьютер- ного моделиро- вания.	2	2	-	3	3	14,6	Текущий контроль, ла- бораторная работа №7 – 11, зачет
ИТОГО			7	-	14	14	73	108
Форма аттестации					Зачет			

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций

Очная форма

№	Раздел дисциплины	Ча- сы	Тема лекционного за- нятия	Краткое содержа- ние	Индика- торы до- стижения компе- тенции
1	Основные понятия мате- матического моделиро- вания.	2/1	Тема 1. Математиче- ское моделирование как основной метод решения задач проек- тирования и управле- ния процессами.	Этапы математиче- ского моделирова- ния. Основные ви- ды математических моделей. Блочный принцип построе- ния математиче- ских моделей.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3

2	Численные методы решения дифференциальных уравнений	8/1	Тема 2. Метод конечных разностей.	Сетка, сеточные функции. Способы аппроксимации производных.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
			Тема 3. Явная и неявная разностные схемы для решения уравнения теплопроводности.	Вывод конечно-разностных уравнений для явной и неявной разностных схем. Алгоритмы реализации.	
			Тема 4. Метод контрольных объемов (одномерный случай).	Идея метода контрольных объемов. Вывод конечно-разностных уравнений (на примере одномерного уравнения теплопроводности).	
			Тема 5. Метод контрольных объемов (двумерный случай).	Вывод конечно-разностных уравнений (на примере двумерного уравнения). Преимущества метода контрольных объемов.	
3	Моделирование инженерных задач и процессов, приводящих к дифференциальным уравнениям	2/1	Тема 6. Моделирование конвективного теплообмена.	Расчет стационарного двумерного температурного поля при течении в трубе.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
4	Математические программные системы.	2/2	Тема 7. Использование компьютерных сред для моделирования инженерных задач.	Выбор языка программирования и методов программирования. Концептуальная модель программы.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
5	Прикладные пакеты компьютерного моделирования.	4/2	Тема 8. Моделирование гидродинамических и теплообменных процессов с помощью пакета ANSYS Fluent.	Характеристика пакета ANSYS Fluent. Функциональные возможности. Назначение. Порядок работы.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
			Тема 9. Прикладные пакеты компьютерного моделирования химико-технологических процессов.	Характеристики пакетов Chemcad, Hysys. Функциональные возможности. Назначение.	

6. Содержание практических занятий (не предусмотрено учебным планом)

7. Содержание лабораторных занятий

Цель - развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления и творческой активности студентов; углубление, расширение, детализирование знаний, полученных на лекции в обобщенной форме, и содействие выработке навыков профессиональной деятельности.

Очная форма

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Индикаторы достижения компетенции
1	Численные методы решения дифференциальных уравнений	14/4	1. Метод прогонки для решения систем конечно-разностных уравнений с трехдиагональной матрицей.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
			2. Краевая задача для обыкновенного дифференциального уравнения II порядка.	
			3. Первая краевая задача для уравнения теплопроводности. Явная схема.	
			4. Первая краевая задача для уравнения теплопроводности. Неявная схема.	
2	Моделирование инженерных задач и процессов, приводящих к дифференциальным уравнениям	4/4	5. Расчет стационарного двумерного температурного поля при течении в трубе.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
3	Математические программные системы.	2/3	6. Решение 1-й краевой задачи для уравнения теплопроводности в математическом пакете MatLab.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
4	Прикладные пакеты компьютерного моделирования.	16/3	7. Пакет прикладных программ FLUENT. Описание совокупности и назначения различных меню прикладного пакета FLUENT	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
			8. Построение сеток с использованием препроцессора GAMBIT.	
			9. Создание расчётной геометрии и разностной сетки изогнутого канала для смешивания жидкостей с различной температурой	
			10. Постпроцессор для анализа и визуализации расчетов.	

			11. Течение и теплообмен в каналах.	
--	--	--	-------------------------------------	--

Лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории кафедры ИСТ № 209 б (В) с использованием компьютеров.

8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Математическое моделирование как основной метод решения задач проектирования и управления процессами.	2/14,6	Проработка теоретического материала	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
2	Метод конечных разностей.	4/14,6	Проработка теоретического материала; подготовка к лабораторным занятиям; подготовка к защите лабораторной работы, оформление отчета.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
3	Явная и неявная разностные схемы для решения уравнения теплопроводности.	4/14,6	Проработка теоретического материала; подготовка к лабораторным занятиям; подготовка к защите лабораторной работы, оформление отчета.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
4	Метод контрольных объемов.	6/14,6	Проработка теоретического материала; подготовка к лабораторным занятиям; подготовка к защите лабораторной работы, оформление отчета.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
5	Моделирование конвективного теплообмена.	6/14,6	Проработка теоретического материала; подготовка к лабораторным занятиям; подготовка к защите лабораторной работы, оформление отчета.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
6	Использование компьютерных сред для моделирования инженерных задач.	4/14,6	Проработка теоретического материала; подготовка к лабораторным занятиям; подготовка к защите лабораторной работы, оформление отчета.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
7	Прикладные пакеты компьютерного моделирования химико-технологических про-	10/14,6	Проработка теоретического материала; подготовка к лабораторным занятиям; подготовка к защите лабора-	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 ОПК-2.1,

	цессов.		торной работы, оформление отчета.	ОПК-2.2, ОПК-2.3
--	---------	--	-----------------------------------	---------------------

8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	Метод конечных разностей.	4/-	Проверка отчета по лабораторной работе, консультирование	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
2	Явная и неявная разностные схемы для решения уравнения теплопроводности.	4/4	Проверка отчета по лабораторной работе, консультирование	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
3	Метод контрольных объемов.	4/4	Проверка отчета по лабораторной работе, консультирование	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
4	Моделирование конвективного теплообмена.	2/3	Проверка отчета по лабораторной работе	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
5	Прикладные пакеты компьютерного моделирования химико-технологических процессов.	4/3	Проверка отчета по лабораторной работе, консультирование	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Математическое моделирование объектов с распределенными параметрами» 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».

Лабораторный практикум, текущий контроль	
Лабораторная работа	Балл
	очная форма
	2 семестр

№1	5 – 7
№2	5 – 8
№3	5 – 9
№4	5 – 9
№5	5 – 9
№6	5 – 8
№7	5 – 7
№8	5 – 7
№9	5 – 9
№10	5 – 8
№11	5 – 9
Текущий контроль	5-10
ИТОГО	60-100

Рейтинг по дисциплине

Итоговая сумма баллов с учетом успешной промежуточной аттестации	Оценка
60 – 100	зачтено
0 – 59	Не зачтено

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 «Математическое моделирование объектов с распределенными параметрами» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Численные методы в математическом моделировании [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.П. Савенкова, О.Г. Проворова, А.Ю. Мокин. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: АР-ГАМАК-МЕДИА: ИНФРА-М, 2017. — 176 с.- Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=774278 , по паролю.- ЭБС «Znanium»	ЭБС «Znanium» http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=774278 Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ
2. Математическое моделирование основных процессов химических производств : учебное пособие для академического бакалавриата / В. В. Кафаров, М. Б. Глебов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 403 с. — ISBN 978-5-534-07524-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://new-prod.biblio-online.ru/bcode/441786 .	ЭБС «Юрайт» https://new-prod.biblio-online.ru/bcode/441786 Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ
3. Моделирование систем и процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.Г. Чикуров. – М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра – М, 2013. – 398 с. – Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=392652 , по паролю.-ЭБС «Znanium»	ЭБС «Znanium» http://znanium.com/bookread2.php?book 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. Поршнев, С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете Matlab: Учеб. пособие. 2-е изд., испр. СПб: Изд.: «Лань», 2011. – 736с.	25 экз. в библиотечном отделе УНИЦ НХТИ
2. Математика Т.2 [Электронный ресурс]: Учебное пособие. / Кальней С.Г., Лесин В.В., Прокофьев А.А. - М.:КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 360 с.- Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=520538 http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=774278 , по паролю.- ЭБС «Znanium»	ЭБС «Znanium» http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=520538 http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=774278 Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ

11.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Математическое моделирование объектов с распределенными параметрами» в качестве электронных источников информации, рекомендуется использовать следующие источники:

Электронная библиотека УНИЦ НХТИ – режим доступа:

<https://www.nchti.ru/studentam/электронная-библиотека>.

ЭБС «Znanium.com» – Режим доступа: <http://znanium.com>

11.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

Общероссийский математический портал (информационная система) - <http://www.mathnet.ru/>

Журнал «Информационные технологии». Сайт журнала. – Доступ свободный: <http://novtex.ru/IT/>.

Согласовано:

Зав. отделом
по библиотечному
обслуживанию



Тарасова В.Я.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

Лабораторные занятия проводятся в помещении учебной лаборатории кафедры ИСТ № 209 б (В).

Учебная аудитория для проведения учебных занятий оснащена оборудованием:

1. Доступ к электронной информационно-образовательной среде вуза
2. Схемы и стенды для проведения лабораторных практикумов
3. Лабораторный стенд ПК-1 «Архитектура, функции и интерфейсы персонального компьютера»

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой в количестве 12 шт. с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду НХТИ.

Лицензионное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Математическое моделирование объектов с распределенными параметрами»:

1. MatLab,
2. MathCad,
3. Microsoft Office.
4. ППП FLUENT.

13. Образовательные технологии

Количество занятий, проводимых в интерактивных формах, для очной формы обучения – 12 ак. час., очно-заочной – 8 ак. час.

Применяются системы дистанционного обучения, онлайн-формы консультаций, обсуждений, презентаций, докладов и защит результатов работ.