

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

Директор  Д.Н. Земский  
« 21 » 05 20 20 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 2, семестр 3 – очно - заочная форма

| Наименование занятия                | Очная форма |                  | Очно-заочная форма |                  |
|-------------------------------------|-------------|------------------|--------------------|------------------|
|                                     | Часы        | Зачетные единицы | Часы               | Зачетные единицы |
| Лекции                              | 18          | 0,5              | 7                  | 0,19             |
| Практические занятия                | -           | -                | -                  | -                |
| Лабораторные занятия                | 36          | 1                | 14                 | 0,39             |
| Контроль самостоятельной работы     | 18          | 0,5              | 18                 | 0,5              |
| Самостоятельная работа              | 36          | 1                | 69                 | 1,92             |
| Форма аттестации (часы на контроль) | зачет       | -                | зачет              | -                |
| Всего                               | 108         | 3                | 108                | 3                |

Нижекамск, 2020 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования ( № 918 от 19.09.2017) по направлению \_09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» на основании учебного плана набора обучающихся 2020 г.

Разработчик программы:

доцент  
(должность)

  
(подпись)

А.В. Садыков  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ИСТ,  
протокол от 20.05.2020 г. № 9

Зав. кафедрой

  
(подпись)

О.В. Матухина  
(Ф.И.О.)

**УТВЕРЖДЕНО**

Начальник УМУ

  
(подпись)

Н.И. Никифорова  
(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-1.13 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 программные 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.

| №<br>п<br>/п     | Раздел<br>дисциплины                                                                 | Семестр | Виды учебной<br>работы(в часах) |                                |                             |     |     | Оценочные<br>средства для<br>проведения<br>промежуточной<br>аттестации по<br>разделам |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----|-----|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                  |                                                                                      |         | Лек-<br>ции                     | Практиче-<br>ские заня-<br>тия | Лабора-<br>торные<br>работы | КСР | СРС |                                                                                       |
| 1                | Основные понятия математического моделирования.                                      | 2       | 2                               | -                              | -                           | -   | 2   | Текущий контроль, зачет                                                               |
| 2                | Численные методы решения дифференциальных уравнений                                  | 2       | 8                               | -                              | 14                          | 12  | 14  | Текущий контроль, лабораторная работа №1 - 4,зачет                                    |
| 3                | Моделирование инженерных задач и процессов, приводящих к дифференциальным уравнениям | 2       | 2                               | -                              | 4                           | 2   | 6   | Текущий контроль, лабораторная работа №5,зачет                                        |
| 4                | Математические программные системы.                                                  | 2       | 2                               | -                              | 2                           | -   | 4   | Текущий контроль, лабораторная работа №6,зачет                                        |
| 5                | Прикладные пакеты компьютерного моделирования.                                       | 2       | 4                               | -                              | 16                          | 4   | 10  | Текущий контроль, лабораторная работа №7 - 11,зачет                                   |
| <b>ИТОГО</b>     |                                                                                      |         | 18                              | -                              | 36                          | 18  | 36  | 108                                                                                   |
| Форма аттестации |                                                                                      |         |                                 |                                | Зачет                       |     |     |                                                                                       |

**5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций**

| № | Раздел дисциплины                               | Часы | Тема лекционного занятия                                                                                      | Краткое содержание                                                                                    | Индикаторы достижения компетенции                   |
|---|-------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 1 | Основные понятия математического моделирования. | 2    | Тема 1. Математическое моделирование как основной метод решения задач проектирования и управления процессами. | Этапы математического моделирования. Основные виды математических моделей. Блочный принцип построения | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |

|   |                                                                                      |   |                                                                                                  |                                                                                                                          |                                                     |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|   |                                                                                      |   |                                                                                                  | ния математических моделей.                                                                                              |                                                     |
| 2 | Численные методы решения дифференциальных уравнений                                  | 8 | 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 | 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 | 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 | 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.

| № п/п | Раздел дисциплины                                                                    | Часы | Наименование лабораторной работы                                                                                       | Индикаторы достижения компетенции                                  |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1     | Численные методы решения дифференциальных уравнений                                  | 14   | 1. Метод прогонки для решения систем конечно-разностных уравнений с трехдиагональной матрицей.                         | ОПК-1.1,<br>ОПК-1.2,<br>ОПК-1.3<br>ОПК-2.1,<br>ОПК-2.2,<br>ОПК-2.3 |
|       |                                                                                      |      | 2. Краевая задача для обыкновенного дифференциального уравнения $n$ -го 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    | 5. Расчет стационарного двумерного температурного поля при течении в трубе.                                            | ОПК-1.1,<br>ОПК-1.2,<br>ОПК-1.3<br>ОПК-2.1,<br>ОПК-2.2,<br>ОПК-2.3 |
| 3     | Математические программные системы.                                                  | 2    | 6. Решение 1-й краевой задачи для уравнения теплопроводности в математическом пакете MatLab.                           | ОПК-1.1,<br>ОПК-1.2,<br>ОПК-1.3<br>ОПК-2.1,<br>ОПК-2.2,<br>ОПК-2.3 |
|       | Прикладные пакеты компьютерного моделирования.                                       | 16   | 7. Пакет прикладных программ FLUENT. Описание совокупности и назначения различных меню прикладного пакета FLUENT       | ОПК-1.1,<br>ОПК-1.2,<br>ОПК-1.3<br>ОПК-2.1,<br>ОПК-2.2,<br>ОПК-2.3 |
|       |                                                                                      |      | 8. Построение сеток с использованием препроцессора GAMBIT.                                                             |                                                                    |
|       |                                                                                      |      | 9. Создание расчетной 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 №320 (А).

## 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    | Проработка теоретического материала                                                                                                  | ОПК-1.1,<br>ОПК-1.2,<br>ОПК-1.3<br>ОПК-2.1,<br>ОПК-2.2,<br>ОПК-2.3 |
| 2     | Метод конечных разностей.                                                                             | 4    | Проработка теоретического материала; подготовка к лабораторным занятиям; подготовка к защите лабораторной работы, оформление отчета. | ОПК-1.1,<br>ОПК-1.2,<br>ОПК-1.3<br>ОПК-2.1,<br>ОПК-2.2,<br>ОПК-2.3 |
| 3     | Явная и неявная разностные схемы для решения уравнения теплопроводности.                              | 4    | Проработка теоретического материала; подготовка к лабораторным занятиям; подготовка к защите лабораторной работы, оформление отчета. | ОПК-1.1,<br>ОПК-1.2,<br>ОПК-1.3<br>ОПК-2.1,<br>ОПК-2.2,<br>ОПК-2.3 |
| 4     | Метод контрольных объемов (двумерный случай).                                                         | 6    | Проработка теоретического материала; подготовка к лабораторным занятиям; подготовка к защите лабораторной работы, оформление отчета. | ОПК-1.1,<br>ОПК-1.2,<br>ОПК-1.3<br>ОПК-2.1,<br>ОПК-2.2,<br>ОПК-2.3 |
| 5     | Моделирование конвективно-теплообмена.                                                                | 6    | Проработка теоретического материала; подготовка к лабораторным занятиям; подготовка к защите лабораторной работы, оформление отчета. | ОПК-1.1,<br>ОПК-1.2,<br>ОПК-1.3<br>ОПК-2.1,<br>ОПК-2.2,<br>ОПК-2.3 |
| 6     | Использование компьютерных сред для моделирования инженерных задач.                                   | 4    | Проработка теоретического материала; подготовка к лабораторным занятиям; подготовка к защите лабораторной работы, оформление отчета. | ОПК-1.1,<br>ОПК-1.2,<br>ОПК-1.3<br>ОПК-2.1,<br>ОПК-2.2,<br>ОПК-2.3 |
| 7     | Прикладные пакеты компьютерного моделирования химико-технологических процессов.                       | 10   | Проработка теоретического материала; подготовка к лабораторным занятиям; подготовка к защите лабораторной работы, оформление отчета. | ОПК-1.1,<br>ОПК-1.2,<br>ОПК-1.3<br>ОПК-2.1,<br>ОПК-2.2,<br>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,<br>ОПК-1.2,<br>ОПК-1.3<br>ОПК-2.1,<br>ОПК-2.2,<br>ОПК-2.3 |
| 2     | Явная и неявная разностные схемы для решения уравнения теплопроводности.        | 4    | Проверка отчета по лабораторной работе, консультирование | ОПК-1.1,<br>ОПК-1.2,<br>ОПК-1.3<br>ОПК-2.1,<br>ОПК-2.2,<br>ОПК-2.3 |
| 3     | Метод контрольных объемов (двумерный случай).                                   | 4    | Проверка отчета по лабораторной работе, консультирование | ОПК-1.1,<br>ОПК-1.2,<br>ОПК-1.3<br>ОПК-2.1,<br>ОПК-2.2,<br>ОПК-2.3 |
| 4     | Моделирование конвективного теплообмена.                                        | 2    | Проверка отчета по лабораторной работе, консультирование | ОПК-1.1,<br>ОПК-1.2,<br>ОПК-1.3<br>ОПК-2.1,<br>ОПК-2.2,<br>ОПК-2.3 |
| 5     | Прикладные пакеты компьютерного моделирования химико-технологических процессов. | 4    | Проверка отчета по лабораторной работе, консультирование | ОПК-1.1,<br>ОПК-1.2,<br>ОПК-1.3<br>ОПК-2.1,<br>ОПК-2.2,<br>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».

| <b>Лабораторный практикум, контрольная работа, самостоятельная работа</b> |             |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 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       |
| Самостоятельная работа                                                    | 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: <a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=774278">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=774278</a> , по паролю.- ЭБС «Znanium» | ЭБС«Znanium»<br><a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=774278">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=774278</a><br>Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ |
| 2. Введение в математическое моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие / под ред. П.В. Трусова.- М.: Логос, 2014.- 440 с.- Режим доступа: <a href="http://library.knigafund.ru/books/173572">http://library.knigafund.ru/books/173572</a> . по паролю.- ЭБС                                                                                               | ЭБС «Книгафонд»<br><a href="http://library.knigafund.ru/books/173572">http://library.knigafund.ru/books/173572</a><br>Доступ с любой точки Интернет                                              |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «Книгафонд»                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | нет после регистрации с IP-адресов НХТИ                                                                                                                                                           |
| 3. 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: <a href="https://new-prod.biblio-online.ru/bcode/441786">https://new-prod.biblio-online.ru/bcode/441786</a> . | ЭБС «Юрайт»<br><a href="https://new-prod.biblio-online.ru/bcode/441786">https://new-prod.biblio-online.ru/bcode/441786</a><br>Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ   |
| 4. Моделирование систем и процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.Г. Чикуров. – М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра – М, 2013. – 398 с. – Режим доступа: <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book = 392652">http://znanium.com/bookread2.php?book = 392652</a> , по паролю. – ЭБС «Znanium»                                                                                                                               | ЭБС «Znanium»<br><a href="http://znanium.com/bookread2.php?book = 392652">http://znanium.com/bookread2.php?book = 392652</a><br>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 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: <a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=520538">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=520538</a> , по паролю. – ЭБС «Znanium»                                                                      | ЭБС«Znanium»<br><a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=520538">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=520538</a><br>Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ |
| 3. Гартман, Т.Н. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов: учеб.пособие для вузов/ Т.Н.Гартман,Д.В.Клушин.-М.:Академкнига,2008.-416 с.:ил.                                                                                                                                                                                                    | 50 экз. в УНИЦ НХТИ                                                                                                                                                                              |
| 4. Гумеров, А.М. Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А.М. Гумеров. — 2-е изд., перераб. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-1533-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/41014">https://e.lanbook.com/book/41014</a> | ЭБС «Лань»<br><a href="https://e.lanbook.com/book/41014">https://e.lanbook.com/book/41014</a><br>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>.

|                                                                                                 |                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Федеральный портал «Российское образование» <a href="http://www.edu.ru/">http://www.edu.ru/</a> | Открытый Интернет-ресурс, свободный безлимитный доступ. |
| Федеральный центр информационно-                                                                | Электронные образовательные ресурсы и сервисы           |

|                                                                                                                                   |                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| образовательных ресурсов<br><a href="http://fcior.edu.ru/">http://fcior.edu.ru/</a>                                               | для всех уровней и ступеней образования.<br>Открытый Интернет-ресурс, свободный безлимитный доступ.   |
| Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a> | Российское образование: единое окно доступа к образовательным ресурсам, свободный безлимитный доступ. |

#### **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).**

| <b>Форма изучения материала</b> | <b>Аудитории</b>                                                                                                       | <b>Материально-техническое обеспечение</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекции                          | Аудитория для проведения лекционных занятий (ауд. 319);<br><br>аудитория для проведения практических занятий (ауд.327) | Стол, скамьи.<br>Набор учебно-наглядных пособий: учебники и учебные пособия; справочные материалы; сборники задач и заданий. ТСО: проекционное оборудование (ауд. 319, 327), колонки (ауд. 319), усилитель (ауд. 319); микрофон (ауд. 319)                                                                                         |
| Практические занятия            | Компьютерные классы (ауд.320);<br><br>аудитория для проведения практических занятий (ауд.320)                          | Стол, скамьи.<br>Набор учебно-наглядных пособий: учебные пособия; справочные материалы; сборники задач и заданий. ТСО: компьютеры (ауд. 320 - 10 шт.), проекционное оборудование (ауд. 320, 327)<br><b>Программное обеспечение:</b><br>Windows7, MicrosoftOffice 2007, MatLab, АнтивирусКасперского, Visual Studio 2010. (ауд.320) |
| Самостоятельная работа          | Кабинет для самостоятельной работы (ауд.320)                                                                           | Стол, скамьи, стулья.<br>Набор учебно-наглядных пособий: учебные пособия; справочные материалы; сборники задач и заданий, стенды с индивидуальными заданиями для самостоятельной работы,                                                                                                                                           |

|  |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                                                                                                                   | ТСО: персональные компьютеры с необходимым обеспечением с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду НХТИ; экран на треноге; проекционное оборудование (проектор+экран).<br><b>Программное обеспечение:</b><br>Windows7, MicrosoftOffice 2007, MatLab, АнтивирусКасперского, Visual Studio 2010. |
|  | Электронный читальный зал (кабинет для самостоятельной работы студентов, групповых и индивидуальных консультаций) | Оснащение помещения - столы; стулья; персональные компьютеры с выходом в Интернет; принтер; сканер; ксерокс.                                                                                                                                                                                                                                              |

### ***13. Образовательные технологии***

| <b>Тема</b>                                                                                           | <b>Вид занятия</b>   | <b>Интерактивная форма</b>           | <b>Часы</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|-------------|
| Математическое моделирование как основной метод решения задач проектирования и управления процессами. | Лекция               | Лекция-беседа                        | 2           |
| Метод конечных разностей.                                                                             | Лекция               | Интерактивная лекция (лекция-диалог) | 2           |
| Метод контрольных объемов (одномерный случай).                                                        | Лекция               | Интерактивная лекция                 | 2           |
| Краевая задача для обыкновенного дифференциального уравнения Ппорядка.                                | Лабораторное занятие | Работа в малых группах               | 2           |
| Первая краевая задача для уравнения теплопроводности. Неявная схема.                                  | Лабораторное занятие | Работа в малых группах               | 2           |
| Расчет стационарного двумерного температурного поля при течении в трубе.                              | Лабораторное занятие | Работа в малых группах               | 2           |
| <b>ИТОГО</b>                                                                                          |                      |                                      | <b>12</b>   |