

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Снежинский физико-технический институт –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(СФТИ НИЯУ МИФИ)**

«УТВЕРЖДАЮ»

Зам. руководителя по учебной  
и научно-методической работе

П. О. Румянцев

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**НЕПРЕРЫВНЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ**

наименование дисциплины

Направление подготовки \_\_\_\_\_ 01.04.02 «Прикладная математика и информатика»

Профиль подготовки \_\_\_\_\_ «Математическое моделирование и высокопроизводительные  
вычисления и технологии»

Наименование образовательной программы: \_\_\_\_\_

Квалификация (степень) выпускника: \_\_\_\_\_ магистр

(бакалавр, магистр, специалист)

Форма обучения \_\_\_\_\_ очная

(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

г. Снежинск, 2021 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Непрерывные математические модели» является изложение основных методов построения и анализа сложных математических моделей; алгоритмов для исследования математических моделей с использованием ЭВМ. Курс призван дать обзор некоторых актуальных научных проблем прикладной математики и информатики, а также существующих в настоящее время методов, подходов и средств решения данных проблем.

## 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Дисциплина относится к базовым дисциплинам общенаучного цикла (М1.Б.4). Она непосредственно связана с дисциплинами гуманитарного и социально-экономического, естественнонаучного и математического цикла («Философия», «Физика», «Информатика», «Концепции современного естествознания») и общепрофессионального и специального цикла («Уравнения математической физики», «Компьютерные модели и их применение») и опирается на освоенные при изучении данных дисциплин знания и умения.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>ОПК-3</b>	способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе, в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять своё научное мировоззрение
<b>ПК-1</b>	способностью проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Семестр	Трудоемкость, кредит	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	КСР, час.	СРС, час.	Форма контроля, Экз./зачет
2	2	72	24	24	0	24	зач.
3	4	144	24	24	0	60	экз.
	6	216	48	48		84	

Занятия в интерактивной форме составляют 32 часов от общего объёма аудиторных занятий. Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 кредитов, 216 часов.

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Максимальный балл за раздел *
-------	---------------------------	--------	--	------------------------------------	---	-------------------------------

			Лекции	Практ. занятия/ семинары	КСР			
<b>2 семестр</b>								
1	Часть I. Введение. Основные представления о роли математического моделирования в системах поддержки принятия решений.	1-6	12	12			Устный отчет	25
2	Часть II. Основы математического моделирования в физике.	7-12	12	12			Отчеты по лабораторным работам	25
Всего:			24	24	-	-	-	50
Зачет, Экзамен								50
Итого за 2 семестр:								100
<b>3 семестр</b>								
3	Часть III. Основы математического моделирования социально-экономических процессов.	1-6	10	10			Отчеты по лабораторным работам	25
4	Часть IV. Методы анализа математических моделей.	7-12	10	10			Отчеты по лабораторным работам	25
Всего:			20	20	-	-	-	50
Зачет, Экзамен								50
Итого за 3 семестр:								100

При сдаче отчетов и письменных работ проводится устное собеседование.

#### 4.2. Содержание разделов дисциплины

##### **Часть I. Введение. Основные представления о роли математического моделирования в системах поддержки принятия решений.**

Задача принятия решения. Становление и развитие теории принятия решений. Схема исследования операций. Системный подход и его особенности. Системный анализ проблем принятия решений. "Жесткий" и "мягкий" системный анализ. Системы поддержки принятия решений (СППР). Компьютерные информационные системы в экономике и бизнесе и поддержка Системы электронной обработки данных, информационные системы и поддержка принятия решений. Субъективные и объективные элементы выбора решений. Роль человека в СППР. Обработка информации в СППР на основе математического моделирования. Отличие СППР, основанных на математическом моделировании, от экспертных систем.

Моделирование в науке как изучение природных, инженерных и общественных систем на основе использования вспомогательных объектов. Типы моделирования. Особенности математического моделирования. Основной вопрос моделирования и методы его решения в физике и технике. Методы решения основного вопроса моделирования в физике. Особенности математического моделирования поведения людей и их интересов. Моделирование экономических систем.

## **Часть II. Основы математического моделирования в физике.**

Опыт математического моделирования в физике и технике. Законы сохранения. Использование законов Ньютона для описания движения материальной точки на основе использования обыкновенных дифференциальных уравнений. Вариационные принципы и их использование для построения уравнений движения. Вывод уравнения колебаний маятника. Гармонические колебания. Колебания под воздействием внешней силы. Явление резонанса. Универсальность модели колебаний: колебания жидкости, колебания в электрическом контуре и малые колебания в системе "хищник-жертва".

Моделирование движения жидкости и газа. Уравнения в частных производных. Модель потока частиц в трубе, постановка краевой задачи и вид ее решения. Закон сохранения вещества при моделировании сплошной среды. Закон сохранения импульса при моделировании сплошной среды. Простейшая система уравнений гидродинамики. Вывод уравнения звуковых колебаний. Уравнение распространения звука как пример линейного уравнения в частных производных второго порядка. Постановка и решение краевой задачи для уравнения распространения звука.

Типы линейных уравнений в частных производных второго порядка. Уравнения гиперболического, параболического и эллиптического типов. Описание распространения тепла с помощью уравнения параболического типа. Корректная постановка краевых задач для уравнений параболического типа. Описание стационарного распределения тепла с помощью уравнения эллиптического типа. Корректная постановка краевых задач для уравнений эллиптического типа.

Основные типы математических моделей. Особенности линейных и нелинейных моделей. Статические и динамические модели. Детерминированные и стохастические модели. Замкнутые и открытые модели. Модели с неопределенностью и управляющим воздействием.

## **Часть III. Основы математического моделирования социально-экономических процессов.**

Математическое моделирование социально-экономических систем. Использование обыкновенных дифференциальных уравнений для моделирования демографических процессов и процесса установления зарплаты и уровня занятости. Особенности математического моделирования экономических процессов. Моделирование производственно-экономического уровня

Законы сохранения в экономике. Межотраслевой баланс и модель Леонтьева. Модели распределения сырья и продукции. Модели распределения сырья и продукции. Моделирование рыночного равновесия. Паутинообразная модель. О более сложных моделях рыночного равновесия. Учет влияния социальных факторов.

Понятие производственной функции. Типы производственных функций. Функции выпуска и функции затрат. Простейшие понятия теории производственных функций. Примеры производственных функций. Влияние социальных факторов на параметры производственных функций. Простейшая агрегированная модель народного хозяйства.

Модели потребления. Теоретические модели. Функции спроса. Система функций спроса Стоуна. Учет влияния социальных факторов.

## **Часть IV. Методы анализа математических моделей.**

Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и краевых задач математической физики. Вариантные расчеты. Задача оптимизации. Оптимизация при нескольких критериях качества решения. Основные понятия многокритериальной оптимизации. Граница Парето и ее свойства. Понятия лица, принимающего решение (ЛПР). Методы многокритериальной оптимизации и их классификация по роли ЛПР.

Оптимизация стохастических систем и систем с неопределенностями. Оптимизация стохастических систем на основе критерия математического ожидания. Анализ дерева решений. Оптимизация систем с неопределенностями. Критерии Вальда, Гурвица, Лапласа и Сэвиджа.

## 5. Образовательные технологии

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности магистрантов для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций.

Методы и формы активизации деятельности	Виды учебной деятельности			
	ЛК	Семинар	ЛБ	СРС
Дискуссия	х	х		
IT-методы	х		х	х
Командная работа		х	х	х
Разбор кейсов		х		
Опережающая СРС	х	х	х	х
Индивидуальное обучение			х	х
Проблемное обучение		х	х	х
Обучение на основе опыта		х	х	х

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием *Internet*-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- закрепление теоретического материала при проведении лабораторных работ с использованием учебного и научного оборудования и приборов, выполнения проблемно-ориентированных, поисковых, творческих заданий.

## 6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов (СРС)

**6.1. Текущая и опережающая СРС**, направленная на углубление и закрепление знаний, а также развитие практических умений заключается в:

- работе магистрантов с лекционным материалом, поиск и анализ литературы и электронных источников информации по заданной проблеме и выбранной теме магистерской диссертации;
- поиске и анализе литературы и электронных источников информации по заданной проблеме и выбранной теме курсовой работы;
- переводе материалов из тематических информационных ресурсов с иностранных языков;
- изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- изучении теоретического материала к лабораторным занятиям;
- подготовке и защите курсовой работы;
- подготовке к экзамену.

6.1.1. Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

- история развития вычислительной техники за рубежом (США и Европа);
- история развития программного обеспечения за рубежом (США и Европа);
- современные методологии и информационные технологии, применяемые в области математического моделирования;
- системный подход к анализу и решению проблем, возникающих в процессе математического моделирования;
- учет специфики при моделировании открытых систем (синергия, самоорганизация).

**6.2. Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа (ТСР)** направлена на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных (общекультурных) и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала магистрантов и заключается в:

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций по определенной теме исследований;
- анализе статистических и фактических материалов по заданной теме, проведении расчетов, составлении схем и моделей на основе статистических материалов;
- выполнении расчетно-графических работ;
- исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

#### **7. Средства текущей и итоговой оценки качества освоения дисциплины (фонд оценочных средств)**

Оценка успеваемости магистрантов осуществляется по результатам:

- самостоятельного (под контролем учебного мастера) выполнения лабораторной работы;
- взаимного рецензирования магистрантами работ друг друга;
- промежуточный анализ подготовленных магистрантами курсовых работ;
- устного опроса при сдаче выполненных индивидуальных заданий, защите отчетов по лабораторным работам и во время экзамена в первом семестре (для выявления знания и понимания теоретического материала дисциплины).

#### **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**а) основная литература:**

- Чикуров Н.Г. Моделирование систем и процессов: учебное пособие.– М.: РИОР: ИНФРА-М, 2015 – 398 с.

**б) дополнительная литература:**

- Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем.– 7-е изд.– М.: Юрайт, 2012 – 343 с.
- Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. Практикум. – 2-е изд., перераб. и доп.– М.: Высшая школа, 2003 – 295 с.
- Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование: идеи. Методы. Примеры.– 2-е изд., испр.– М.: Наука : Физматлит, 2001. – 320с.

**в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

<http://ibooks.ru/>

<http://e.lanbook.com/>

<http://www.biblio-online.ru/home;jsessionid=2e1f56dad5e63541356653818b3d?0>

<http://kuperbook.biblioclub.ru/>

<http://www.studentlibrary.ru/>

[http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK](http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK)

### **ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

При реализации различных видов учебной работы в рамках курса предусмотрено использование следующих образовательных технологий:

1. Разбор задач и поиск их решения, доказательство формул и теорем. Занятия проводятся в интерактивной форме общения студентов между собой при поиске метода решения поставлен-

ной задачи и оформлении решения. Преподаватель обеспечивает консультационное сопровождение процесса поиска решения.

2. Вводная и обзорная лекции проводятся с применением мультимедийных средств обучения в виде презентации PowerPoint, с целью в наиболее сжатом концентрированном виде сделать обзор пройденного материала с указанием взаимосвязи между разделами дисциплины, освещением основных изученных подразделов, а также для формирования у студентов общего представления о месте дисциплины в общем перечне дисциплин ООП ВПО 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» и о формируемых этой дисциплиной компетенциях.

3. Домашние задания выдаются преподавателем каждому студенту на каждом практическом занятии. Задание представляет собой номера задач и упражнений из сборника задач. Домашние задания сдаются преподавателю на проверку. Защита домашних заданий предусмотрена. Прием заданий возможен как в рукописном, так и в печатном виде.

4. Один раз в две недели преподавателем проводится текущая консультация. Вопросы можно задавать лично преподавателю в назначенное время.

## **1. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.**

Самостоятельная работа студентов составляет 42,59% от общего объема занятий, предусмотренных рабочим учебным планом направления подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» – 92 часа.

Часы на самостоятельную работу распределяются равномерно на весь курс обучения. Разделы, выводимые на самостоятельное изучение в рамках лекционных и практических разделов, устанавливаются преподавателем на каждой неделе, в зависимости от скорости усвоения материала студентами. Темы для самостоятельного изучения оглашаются преподавателем в конце каждого занятия и заносятся студентами в график самостоятельной работы.

Текущий контроль успеваемости проводится посредством проверки домашних заданий и конспекта текущей лекции.

Аттестация раздела проводится в виде контрольной работы. Максимальный балл за каждый раздел установлен п.4. настоящей рабочей программы.

## **2. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Мультимедийная аудитория (Л-318). Компьютерный класс, оснащенный компьютерами с выходом в Интернет, а также принтером, сканером, ксероксом:

- Core Dual 2,4 МГц (2009 г.) - 15 шт.
- Принтер HP LJ P3005 DN (2009 г.) - 1 шт.
- Сканер HP SJ 4370 – 1 шт.
- Ноутбук Samsung (2008)
- Проектор ASER X1260 (2008)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика», ОС ВО НИЯУ МИФИ протокол № 13/06 от 07.11.2021 г.

Автор: доцент кафедры высшей и прикладной математики, к.ф.-м.н., Крутова Ирина Юрьевна

Рецензент \_\_\_\_\_

Программа одобрена на заседании кафедры высшей и прикладной математики 29 июня 2021 г., протокол № \_\_\_\_\_