

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор

 А.В. Замятин

« 15 » июня 20 23 г.

Рабочая программа дисциплины

**Непрерывные математические модели**

по направлению подготовки

**01.04.02 Прикладная математика и информатика**

Направленность (профиль) подготовки :

**Интеллектуальный анализ больших данных**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Магистр**

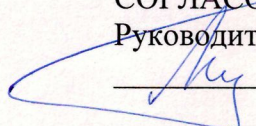
Год приема

**2023**

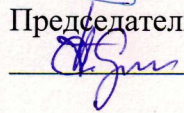
Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.02.02.02

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

 А.В. Замятин

Председатель УМК

 С.П. Сущенко

Томск – 2023

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- УК-1 – способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;
- ПК-5 – способность управлять получением, хранением, передачей, обработкой больших данных.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИУК-1.3 Предлагает и обосновывает стратегию действий с учетом ограничений, рисков и возможных последствий.

ИУК-1.2 Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации.

ИУК-1.1 Выявляет проблемную ситуацию, на основе системного подхода осуществляет её многофакторный анализ и диагностику.

ИПК-5.1 Осуществляет мониторинг и оценку производительности обработки больших данных.

ИПК-5.2 Использует методы и инструменты получения, хранения, передачи, обработки больших данных.

ИПК-5.3 Разрабатывает предложения по повышению производительности обработки больших данных.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Ознакомить студентов с непрерывными математическими моделями и математическими методами исследования их качества, изучить вопросы применения этих моделей в задачах моделирования, обработки информации и управления с использованием современных программных средств и пакетов прикладных программ.

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор. Дисциплина входит в Академический модуль.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Третий семестр, экзамен

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для освоения дисциплины необходимо знать дифференциальное и интегральное исчисления, линейную алгебру, численные методы, теорию оптимального управления.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Математические методы и модели для компьютерных наук», «ИТ для имитационного моделирования».

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

-лекции: 16 ч.

-лабораторные: 32 ч.

в том числе практическая подготовка: 0 ч.  
Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины, структурированное по темам**

### **Раздел 1. Введение. основные понятия**

1.1. Основные понятия. Классификация методов моделирования по типу моделей. Классификация методов построения моделей. Классификация методов математического моделирования.

1.2. Характеристики математических моделей. Обоснование необходимости использования математических моделей. Этапы построения математических моделей.

### **Раздел 2. Непрерывные математические модели с сосредоточенными параметрами**

2.1. Динамические модели с (модели с неопределенными параметрами и возмущениями). Линейные динамические модели с параметрической неопределенностью и с нелинейной неопределенностью. Алгебро-дифференциальные непрерывные модели (дескрипторные или сингулярные системы).

2.2. Критерии оптимизационных задач для непрерывных моделей с дискретным и непрерывным временем. Задачи оптимального управления для непрерывных моделей без запаздываний. Задачи оптимального управления для непрерывных моделей с запаздываниями по состоянию и управлению. Задачи обработки информации для непрерывных моделей с непрерывным и дискретным временем.

2.3. Анализ устойчивости непрерывных динамических моделей (с учетом и без учета запаздываний). Теория робастной устойчивости многочленов (теория В.Л.Харитонов). Интервальная математика. Робастная устойчивость линейных непрерывных динамических систем (теория LMI).

2.4. Аттракторы динамических систем с непрерывным и дискретным временем. Применение расширенного фильтра Калмана и аттрактора при передачи информации с ее защитой.

### **Раздел 3. Примеры непрерывных математических моделей с сосредоточенными параметрами**

3.1. Непрерывные математические модели прямолинейного и вращательного движения. Модель электропривода. Модель вертикального движения ракеты (старт и посадка). Модель робота манипулятора. Модель подъемно-транспортного механизма.

3.2. Модель летательного аппарата (продольное движение и боковое движение). Модель движения судна. Модель теплоэнергетического объекта. Модель смесительной колонны. Модель «хищник-жертва». Модель миграции населения. Модель фирмы (непрерывное время, учет запаздываний). Модели портфеля ценных бумаг.

### **Раздел 4. Численные методы исследования непрерывных математических моделей с сосредоточенными параметрами**

4.1. Метод Эйлера и Рунге-Кутты численного решения дифференциальных уравнений. Неявные схемы численного решения дифференциальных уравнений. Жесткие задачи. Численное решение уравнений с запаздыванием (метод шагов).

4.2. Применение ППП (mathcad, matlab, simulink) для численного решения оду. символьное решение оду (maple, mathematica, matlab).

### **Раздел 5. Непрерывные математические модели с распределенными параметрами**

5.1. Примеры непрерывных математических моделей с распределенными параметрами.

5.2. Применение ППП для численного решения дифференциальных уравнений с частными производными.

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем выполнения контрольных заданий после каждого из разделов дисциплины.

Типовые задания для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине «Непрерывные математические модели»

### **Задания:**

Задание 1.

Динамические модели с модели с неопределенными параметрами.

Задание 2.

Алгебро-дифференциальные непрерывные модели (дескрипторные или сингулярные системы).

Задание 3.

Теория робастной устойчивости многочленов (теория В.Л.Харитонов).

Задание 4.

Аттракторы динамических систем.

### **Темы докладов:**

1. Неявные схемы численного решения дифференциальных уравнений. Жесткие задачи.
2. Численное решение уравнений с запаздыванием (метод шагов).
3. Задачи обработки информации для непрерывных моделей.
4. Применение ППП (MathCad, Matlab, Simulink) для численного решения ОДУ.

### **Темы опросов на занятиях:**

1. Основные требования, предъявляемые к моделям.
2. Математическая адекватность модели.
3. Классификация методов моделирования по типу моделей.
4. Классификация методов построения моделей. Классификация методов математического моделирования.
5. Характеристики математических моделей.
6. Этапы построения математических моделей

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация осуществляется исключительно на основе собеседования при условии успешного выполнения ранее контрольных работ.

Вопросы к экзамену.

1. Основные требования, предъявляемые к моделям.
2. Математическая адекватность модели.
3. Классификация методов моделирования по типу моделей.
4. Классификация методов построения моделей. Классификация методов математического моделирования.
5. Характеристики математических моделей.
6. Этапы построения математических моделей.
7. Динамические модели с модели с неопределенными параметрами.
8. Алгебро-дифференциальные непрерывные модели (дескрипторные или сингулярные системы).
9. Задачи оптимального управления для непрерывных моделей с запаздываниями по состоянию и управлению.
10. Задачи обработки информации для непрерывных моделей.

11. Анализ устойчивости непрерывных динамических моделей (с учетом и без учета запаздываний).
12. Теория робастной устойчивости многочленов (теория В.Л.Харитонов).
13. Атракторы динамических систем.
14. Непрерывные математические модели прямолинейного и вращательного движения.
15. Модель вертикального движения ракеты (старт и посадка).
16. Модель летательного аппарата (продольное движение и боковое движение).
17. Модель смесительной колонны.
18. Модель «хищник-жертва».
19. Модель фирмы (непрерывное время, учет запаздываний). Модели портфеля ценных бумаг.
20. Неявные схемы численного решения дифференциальных уравнений. Жесткие задачи.
21. Численное решение уравнений с запаздыванием (метод шагов).
22. Применение ППП (MathCad, Matlab, Simulink) для численного решения ОДУ.
23. Символьное решение ОДУ (Maple, Mathematica, Matlab).

### **11. Учебно-методическое обеспечение**

- а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle»
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

### **12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет**

- а) основная литература:
  - Миков А.И. Информационные процессы и нормативные системы в IT: математические модели, проблемы проектирования, новые подходы. – Москва: ЛИБРОКОМ, 2013.
  - Пегат А. Нечеткое моделирование и управление. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.
  - Ерофеенко В. Т., Козловская И. С. Уравнения с частными производными и математические модели в экономике: курс лекций. – Москва: ЛИБРОКОМ, 2013.
- б) дополнительная литература:
  - Ибрагимов Н. Х. Практический курс дифференциальных уравнений и математического моделирования. Классические и новые методы. Нелинейные математические модели. Симметрия и принципы инвариантности. – Москва: Физматлит, 2012.
  - Горчаков Л.В. Введение в компьютерное моделирование. Учебное пособие. – Томск: ТГУ, 2013.
  - Голубева Н.В. Математическое моделирование систем и процессов. – Санкт-Петербург: Лань, 2013.

### **13. Перечень информационных технологий**

- а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:
  - ППП Mathcad-14, Matlab.
- б) информационные справочные системы:
  - Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : электрон.-библиотечная система. – Электрон. Дан. – СПб., 2010. – URL: <http://e.lanbook.com/>
  - 2. ScienceDirect [Electronic resource] / Elsevier B.V. – Electronic data. – Amsterdam, Netherlands, 2016. – URL: <http://www.sciencedirect.com/>
  - 3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Электрон. Дан. – М., 2000. – URL: <http://elibrary.ru/defaultx.asp?>

#### **14. Материально-техническое обеспечение**

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

#### **15. Информация о разработчиках**

Смагин Валерий Иванович, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры прикладной математики НИ ТГУ.