

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт проблем машиноведения
Российской академии наук
(ИПМаш РАН)**

Одобрено на Ученом совете
ИПМаш РАН
Протокол № 7/23
от «27» июня 2023 г.



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИПМаш РАН, д.т.н.
В.А. Полянский
«30» августа 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»**

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
«АДАПТАЦИЯ И ОБУЧЕНИЕ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ»**

Научные специальности:

- 1.2.1. Искусственный интеллект и машинное обучение
- 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика
- 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы
- 2.5.4. Роботы, мехатроника и робототехнические системы.

Форма обучения:

Очная

Санкт-Петербург
2023

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Математическое моделирование» реализуется в рамках элективной (обязательной) дисциплины образовательной программы высшего образования – программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем машиноведения Российской академии наук (ИПМаш РАН) для аспирантов очной формы обучения по научным специальностям: 1.2.1. Искусственный интеллект и машинное обучение; 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации; 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы; 2.5.4. Роботы, мехатроника и робототехнические системы.

Рабочая программа разработана в соответствии с «Положением о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)» (утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 № 2122) и «Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов» (утверждены приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации 20.10.2021 № 951), и учебным планом программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по образовательной программе **«АДАПТАЦИЯ И ОБУЧЕНИЕ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ»** по научным специальностям: 1.2.1. Искусственный интеллект и машинное обучение; 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика; 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы; 2.5.4. Роботы, мехатроника и робототехнические системы.

Программа дисциплины «Математическое моделирование» по учебному плану предусматривает: лекции; практические (семинарские) занятия, в том числе аудиторные занятия в интерактивной форме; самостоятельную работу, в том числе творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу. Текущая аттестация проводится в соответствии с заданиями и формами контроля, предусмотренными настоящей программой. Промежуточная аттестация осуществляется в период зачетно-экзаменационной сессии в форме экзамена.

Дисциплина «Математическое моделирование» реализуется на первом году обучения в аспирантуре.

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Дисциплина «Математическое моделирование» имеет своей целью обеспечить профессиональную подготовку аспирантов к проведению научно-исследовательской деятельности формируя компетенции по способности строить, исследовать и применять математические модели систем, а также проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения и исследования математических моделей кибернетических систем, в частности, процессов и объектов автоматизации и управления

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знание основных законов физики, механики, линейной алгебры, теории дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики, умения использовать языки программирования и специализированные программные пакеты для выполнения вычислений на ЭВМ, владение математическим аппаратом линейной теории управления (уравнения состояния, передаточные функции).

1.3. Перечень результатов обучения

Знать: принципы построения математических моделей кибернетических систем и процессов различной природы, включая модели динамических систем с сосредоточенными и распределенными параметрами, систем непрерывного и дискретного времени, систем с конечным набором состояний (конечные автоматы), стохастических, хаотических и нечетко-логических моделей систем, иметь представления о методах упрощения и преобразования моделей, определения их характеристик по экспериментальным данным, методах верификации моделей и компьютерных методах их исследования.

Уметь: оперировать с формами представления физико-технических систем в виде их математических моделей, разбираться в оценке областей применимости тех, или иных моделей.

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

В качестве активной формы ведения занятий используется совместное обсуждение и решение задач по построению и исследованию математических моделей на занятиях.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем												Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам.раб.)	промежуточная аттестация (сам.раб.)	итоговая аттестация (сам.раб.)		
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
ИТОГО	12	18											16				46	3
																	46	

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
			зачёт, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
1	Введение. Задачи и методы математического моделирования	лекции	2
		семинары	2
		по методическим материалам	5
2	Классификация математических моделей, области применения моделей разных классов	лекции	2
		семинары	4
		по методическим материалам	2
3	Методы преобразования математических моделей	лекции	2
		семинары	4
		по методическим материалам	2
4	Методы анализа математических моделей кибернетических систем	лекции	2
		семинары	4
		по методическим материалам	3
5	Специальные виды математических моделей: модели с запаздыванием, сетевые модели.	лекции	2
		семинары	2
		по методическим материалам	2
6	Выбор параметров и верификация моделей.	лекции	2
		семинары	2
		по методическим материалам	2

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря проверке выполнения заданий по статистической обработке данных непосредственно во время занятий для проверки понимания теоретических знаний и обсуждения их корректного применения к реальным данным. участием в обсуждении вопросов, подготовленных к занятию, самостоятельной работе, включающей в себя выполнение домашних заданий.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

На каждом занятии формулируются задания для самостоятельного выполнения с последующей проверкой в начале следующего занятия.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Аппарат контроля над усвоением материала включает в себя небольшие задания и самостоятельные работы. Зачет ставится по результатам выполнения самостоятельных работ и устному зачету.

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

Примерный список вопросов для устного зачета:

1. Методология математического моделирования
2. Понятие системы. Примеры систем (придумать 2-3 примера самостоятельно)
3. Классификация моделей
4. Статические и динамические модели
5. Дискретные и непрерывные модели. Дискретизация и континуализация
6. Модели состояния и линеаризация моделей
7. Детерминированные и стохастические системы
8. Нечеткие множества и лингвистические переменные. Примеры.
9. Нечеткие системы и прогнозирование
10. Нечеткие числа
11. Хаотические системы. Определение, примеры
12. Критерии хаоса. Показатели Ляпунова.
13. Применения хаотических моделей
14. Приемы сведения модели к форме Линейной Параметрической Модели
15. Сетевые модели

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Примерная анкета-отзыв по преподаванию дисциплины

Просим Вас заполнить анонимную анкету-отзыв по пройденному Вами курсу. Обобщенные данные анкет будут использованы для совершенствования преподавания. По каждому вопросу проставьте соответствующие оценки по шкале от 1 до 10 баллов (обведите выбранный Вами балл). В случае необходимости впишите свои комментарии.

1. Насколько Вы удовлетворены содержанием дисциплины в целом?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий _____

2. Насколько Вы удовлетворены формами преподавания?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий _____

3. Как Вы оцениваете качество подготовки предложенных учебно-методических материалов?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий _____

4. Насколько Вы удовлетворены использованием преподавателями интерактивных и активных методов обучения ?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий _____

5. Какие из тем дисциплины Вы считаете наиболее полезными, ценными с точки зрения дальнейшего обучения и/или применения в последующей практической деятельности?

6. Что бы Вы предложили изменить в методическом и содержательном плане для совершенствования преподавания данной дисциплины?

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К преподаванию дисциплины могут быть допущены преподаватели, имеющие диплом о высшем образовании по соответствующему направлению.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Требуется персонал для подготовки иллюстративных материалов с помощью математического обеспечения специализированных прикладных пакетов программ.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Компьютерная аудитория для проведения интерактивных занятий с доской.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Не предусмотрено

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Не предусмотрено

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Не предусмотрено

3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Бумага формата А4, для подготовки раздаточного материала.
10 листов / на одного обучающегося.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список обязательной литературы

1. Проблемы сетевого управления. Под. ред. А.Л.Фрадкова. М.: -Ижевск, 2015.
2. Кудинов Ю.И., Келина А.Ю., Кудинов И.Ю., Пащенко А.Ф., Пащенко Ф.Ф. Нечеткие модели и системы управления. URSS. 2017. 328 с.
3. Петров А.В. Моделирование процессов и систем. Изд-во "Лань", 2015
4. Вороненко Б.А., Крысин А.Г., Пеленко В.В., Цуранов О.А. Введение в математическое моделирование. Издательство СПбНИУ ИТМО, 2014.
- 5.Тарасевич Ю.Ю. Математическое и компьютерное моделирование: Вводный курс. Изд.6 URSS. 2013. 152 с.
6. Плотников С.А., Семенов Д.М., Фрадков А.Л., Математическое моделирование систем управления (учебное пособие). – СПб: Университет ИТМО, 2021. – 193 с

3.4.2 Список дополнительной литературы

1. Андриевский Б.Р., Фрадков А.Л. Элементы математического моделирования в программных средах MATLAB-5 и Scilab. СПб.: Наука, 2001,-286 с
2. Андриевский Б.Р., Фрадков А.Л. Избранные главы теории автоматического управления с примерами на языке MATLAB. – СПб: Наука, 1999.
3. Малинецкий Г.Г. Математические основы синергетики. Хаос, структуры, вычислительный эксперимент. Серия "Синергетика: от прошлого к будущему". Изд. 2007. 312 с.
4. Блехман И.И., Мышкис А.Д., Пановко Я.Г. Прикладная математика: Предмет, логика и особенности подходов, М.: УРСС, 2010.

3.4.3 Перечень иных информационных источников

Международные базы данных Web of Science, Scopus, IEEEExplore.

Раздел 4. Разработчики программы

д.т.н., проф. Фрадков Александр Львович, alf@ipme.ru