

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский
государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Факультет информационных технологий

Согласовано


Декан ФИТ НГУ
М.М. Лаврентьев

«28» сентября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ И
КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Научная специальность: 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Направленность (профиль): Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Форма обучения: очная

Разработчик:

доцент кафедры систем информатики ФИТ,
доктор физико-математических наук



А.С. Терсенов

Заведующий кафедрой систем информатики ФИТ
доктор физико-математических наук



М.М. Лаврентьев

Руководитель программы:

заведующий кафедрой систем информатики ФИТ,
доктор физико-математических наук



М.М. Лаврентьев

Новосибирск 2022

Аннотация к рабочей программе дисциплины

«Методы математического моделирования, информационные и компьютерные технологии в научных исследованиях»

Дисциплина «Методы математического моделирования, информационные и компьютерные технологии в научных исследованиях» реализуется в рамках программы аспирантуры по научной специальности 1.2.2 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» и направленности (профилю): Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ по очной форме обучения на русском языке.

Дисциплина «Методы математического моделирования, информационные и компьютерные технологии в научных исследованиях» входит в блок элективных дисциплин, реализуемых в рамках программы аспирантуры.

Дисциплина «Методы математического моделирования, информационные и компьютерные технологии в научных исследованиях» направлена на подготовку к сдаче кандидатского минимума по специальности 1.2.2 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Перечень основных разделов дисциплины:

- Математические основы: элементы теории функций и функционального анализа; экстремальные задачи; выпуклый анализ; теория вероятностей; математическая статистика.
- Информационные технологии: принятие решений; исследование операций и задачи искусственного интеллекта.
- Компьютерные технологии: численные методы; вычислительный эксперимент; алгоритмические языки.
- Методы математического моделирования: основные принципы математического моделирования; методы исследования математических моделей; математические модели в научных исследованиях.

При освоении дисциплины аспиранты выполняют следующие виды учебной работы: лекции, практические занятия, самостоятельная работа. Предполагаются практические занятия, на которых аспиранты обсуждают наиболее сложные вопросы функционального анализа, экстремальных задач и основных принципов математического моделирования.

При изучении дисциплины «Методы математического моделирования, информационные и компьютерные технологии в научных исследованиях» аспирант приобретает навыки и умения необходимые для осуществления научно-исследовательской деятельности и подготовки диссертации.

Самостоятельная работа включает: самостоятельное изучение разделов дисциплины, не рассматриваемых на лекциях, решение практических задач, подготовку к зачету.

Общий объем дисциплины – 2 зачетных единицы (72 часа). Из которых лекции составляют 16 часов, семинарские занятия 16 часов, самостоятельная работа 38 часов, консультации 2 часа.

Правила аттестации по дисциплине. Промежуточная аттестация по дисциплине «Методы математического моделирования, информационные и компьютерные технологии в научных исследованиях» проводится в форме зачета.

1. Результаты освоения дисциплины:

- знать методы математического моделирования, численного анализа, применяемые для решения научных и технических, фундаментальных и прикладных задач;
- знать информационные технологии и комплексы программ, применяемые для решения научных и технических, фундаментальных и прикладных задач;
- знать методологические основы построения систем информационных, компьютерных и имитационных моделей объектов и явлений;
- знать пакеты прикладных программ и уметь программировать на языках высокого уровня.

2. Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Трудоемкость дисциплины – 2 з.е. (72 ч)

Форма промежуточной аттестации: диф.зачет.

№	Вид деятельности	Количество часов
1	Лекции, час.	16
2	Практические занятия, час.	16
3	Лабораторные занятия, час	
4	Занятий в контактной форме без учета промежуточной аттестации, час, из них	32
5	в электронной форме, час.	
6	аудиторных занятий, час.	32
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	
8	консультаций, час.	
9	Самостоятельная работа, час.	38
10	Всего, ч	72

3. Содержание дисциплины

Лекции (16 ч)

Наименование тем и их содержание	Объем час
Элементы теории функций и функционального анализа.	
1. Метрические и нормированные пространства	2
2. Линейные функционалы и операторы	2
Теория меры, измеримые функции, интеграл Лебега	
3. Мера Лебега	2
4. Измеримые по Лебегу функции	2
5. Интеграл Лебега.	2
Элементарные математические модели	
6. Вариационные принципы	2
7. Применение аналогий при построении моделей	2

Практические занятия (16 ч)

Содержание практического занятия	Объем час
1. Принцип сжимающих отображений и его применения	4
2. Различные виды сходимостей в нормированных пространствах	4
3. Предельные переходы под знаком интеграла Лебега	4
4. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах	2
5. Примеры математических моделей	2

Самостоятельная работа студентов (38 ч)

Перечень занятий на СРС	Объем час
1. Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность. Независимость. Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов. Элементы теории случайных процессов. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения. Элементы теории проверки статистических гипотез.	8
2. Общая проблема решения. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения.	6
3. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов.	8
4. Языки программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ.	8
5. Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос. Эргодичность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением.	8

4. Перечень учебно-методического обеспечения по самостоятельной работе аспирантов

- Голубятников В.П. Методы математического моделирования, информационные и компьютерные технологии в научных исследованиях [Электронный ресурс]; электронный учебно-методический комплекс / Голубятников В.П.; Новосиб. гос. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - <https://eduportal.nsu.ru/course/view.php?id=219> - Загл. с экрана.

5. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

2. Бахвалов, Николай Сергеевич. Численные методы: [учеб. пособие для физ.-мат. спец. вузов] / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков; Московский гос. ун-т им. М.В. Ломоносова — 6-е изд. — Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008 — 636 с." (58 экз.)
3. Боровков, Александр Алексеевич. Теория вероятностей: [Учеб. пособие для мат. и физ. спец. вузов] / А.А. Боровков — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Наука, 1986 — 431 с. (328 экз.)
4. Боровков, Александр Алексеевич. Математическая статистика: Доп. главы: [Учеб. пособие для мат. и физ. спец. вузов] / А.А. Боровков — М.: Наука, 1984 — 143 с. (33 экз.)
5. Васильев, Ф.П. Методы оптимизации: учебник / Ф.П. Васильев. - Изд. нов., перераб. и доп. - М.: МЦНМО, 2011. - Ч. 1. Конечномерные задачи оптимизации. Принцип максимума. Динамическое программирование. - 620 с. - ISBN 978-5-94057-707-2; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63313>
6. Владимиров, В.С. Уравнения математической физики: учебник / В.С. Владимиров, В.В. Жаринов. - М.: Физматлит, 2000. - 400 с. - ISBN 5-9221-0011-4; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68126>
7. Калиткин, Николай Николаевич. Численные методы: учебное пособие для студентов университетов и высших технических учебных заведений / Н.Н. Калиткин; под ред. А.А. Самарского — 2-е изд., [испр.] — Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2014 — 586 с. (29 экз.)
8. Канторович, Леонид Витальевич, Акилов Глеб Павлович. Функциональный анализ — 4-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Невский Диалект: БХВ-Петербург, 2004 — 814 с. (50 экз.)
9. Лаврентьев, Михаил Михайлович, Савельев Лев Яковлевич. Теория операторов и некорректные задачи — Новосибирск: Изд-во Ин - та математики, 1999 — 701 с." (70 экз.)
10. Лотов, Владимир Иванович. Лекции по теории вероятностей: учебное пособие: [для студентов мех. - мат. фак. НГУ] / В.И. Лотов; М-во образования и науки РФ, Новосиб. гос. ун-т, мех. - мат. фак. — Новосибирск: Редакционно-издательский центр НГУ, 2013 — 155 с. (80 экз.)
11. Треногин, В.А. Функциональный анализ: учебник / В.А. Треногин. - 3-е изд., испр. - М.: Физматлит, 2002. - 488 с. - ISBN 5-9221-0272-9; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82613>
12. Хакимзянов, Гаяз Салимович. Математическое моделирование: учебное пособие / Г.С. Хакимзянов, Л.Б. Чубаров, П.В. Воронина; М-во образования и науки РФ, Новосиб. гос. ун-т, мех. - мат. фак, Каф. мат. моделирования — Новосибирск, Редакционно-издательский центр НГУ, 2014.
https://e-lib.nsu.ru/reader/bookView.html?params=UmVzb3VyY2UtNzI0/cGFnZTAwMQ

13. Васильев, Федор Павлович. Численные методы решения экстремальных задач: [Учеб. пособие для вузов по спец. "Прикл. математика"] — 2-е изд. перераб. и доп. — М.: Наука., 1988 — 549 с. (56 экз.)
14. Гнedenko, Boris Vladimirovich. Курс теории вероятностей: [Учеб. для мат. спец. ун-тов] / Б.В. Гнеденко — 6-е изд., перераб. и доп. — М.: Наука, 1988 (198 экз.)
15. Гимади, Эдуард Хайрутдинович. Математические модели и методы принятия решений; Федер. агентство по образованию, Новосиб. гос. ун-т, мех. - мат. фак — Новосибирск НГУ, 2008 — 162 с. (47 экз.)
16. Годунов, Сергей Константинович. Разностные схемы: введение в теорию. [учебное пособие для студентов университетов и высших учебных заведений по специальности "Прикладная математика" / С.К. Годунов, В.С. Рябенький — Изд. 2-е, перераб. и доп. — Москва: Наука, 1977 — 439 с. (40 экз.)
17. Денисов, Александр Михайлович. Введение в теорию обратных задач: [Учеб. пособие для вузов по направлению "Прикл. математика и информатика" и спец. "Прикл. математика"] — М.: Изд-во МГУ, 1994 — 206 с. (3 экз.)
18. Ларин, Рудольф Михайлович. Методы оптимизации. Примеры и задачи: учебное пособие: для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки высшего профессионального образования 010100 "Математика" и специальности 010101 / Р.М. Ларин, А.В. Плясунов, А.В. Пяткин; Федер. агентство по образованию, Новосиб. гос. ун-т, мех. - мат. фак — 2-е изд. перераб. и доп.— Новосибирск: Редакционно-издательский центр НГУ, 2009 — 137 с. (111 экз.)
19. Марчук, Гурий Иванович. Методы вычислительной математики: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Прикладная математика" / Г.И. Марчук — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Наука, 1989.— 608 с. (77 экз.)
20. Михайлов, Валентин Петрович. Дифференциальные уравнения в частных производных: [Учеб. пособие для мех. - мат. и физ. спец. вузов] — 2-е изд. перераб. и доп. — М.: Наука., 1983 .— 424 с. (28 экз.)
21. Розанов, Юрий Анатольевич. Случайные процессы: Краткий курс: [Учеб. пособие для физ.-мат. и физ.-техн. спец. вузов] / Ю.А. Розанов — М. : Наука, 1971 .— 286 с. (46 экз.)
22. Вшивков, Виталий Андреевич. Параллельные численные алгоритмы. Решение задач многофазной гидродинамики и астрофизики: учеб. пособие; НГУ. Фак. информ. Технологий — Новосибирск: НГУ, 2006 — 145 с. (10 экз.)
23. Тихонов, Андрей Николаевич. Методы решения некорректных задач: [Учеб. пособие для вузов по спец. "Прикл. математика"] / А.Н. Тихонов, В.Я. Арсенин — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Наука, 1979 — 285 с. (24 экз.)

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для реализации дисциплины «Методы математического моделирования, информационные и компьютерные технологии в научных исследованиях» используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации;
2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся;
3. Лаборатории;
4. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются следующие наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий:

- комплект лекций-презентаций по темам дисциплины;

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для аспирантов из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Промежуточная аттестация:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Методы математического моделирования, информационные и компьютерные технологии в научных исследованиях» проводится в форме зачета. Зачет проводится в форме собеседования. Во время зачета аспиранту предлагаются 4 вопроса по одному из каждой категории. На подготовку к ответам дается полтора часа. Разрешается пользоваться литературой и другими источниками информации.

Описание критериев и шкал оценивания результатов освоения дисциплины:

Результат освоения дисциплины	Критерии оценивания результатов освоения дисциплины	Шкала оценивания
занять методы	Вопросы зачета	Отлично

<p>математического моделирования, численного анализа, применяемые для решения научных и технических, фундаментальных прикладных задач</p>	<p><u>категорий 1-4</u></p> <p>Знает методы математического моделирования, численного анализа, применяемые для решения научных и технических, фундаментальных и прикладных задач и успешно использует эти знания в предметной области</p>	
	<p><u>Вопросы зачета</u> <u>категорий 1-4</u></p> <p>знает методы математического моделирования, численного анализа, применяемые для решения научных и технических, фундаментальных и прикладных задач</p>	Хорошо
	<p><u>Вопросы зачета</u> <u>категорий 1-4</u></p> <p>Имеет представление о методах математического моделирования, численного анализа, применяемые для решения научных и технических, фундаментальных и прикладных задач</p>	удовлетворительно
	<p><u>Вопросы зачета</u> <u>категорий 1-4</u></p> <p>Имеет фрагментарное представление о методах математического моделирования, численного анализа, применяемые для решения научных и технических, фундаментальных и прикладных задач</p>	неудовлетворительно
<p>знати информационные технологии и комплексы программ, применяемые для</p>	<p><u>Вопросы зачета</u> <u>категорий 1-3</u></p>	Отлично

решения научных и технических, фундаментальных прикладных задач	и знает информационные технологии и комплексы программ, применяемые для решения научных и технических, фундаментальных и прикладных задач и успешно применяет их в предметной области	
	<p><u>Вопросы зачета</u> <u>категорий 1-3</u></p> <p>знает информационные технологии и комплексы программ, применяемые для решения научных и технических, фундаментальных и прикладных задач</p>	Хорошо
	<p><u>Вопросы зачета</u> <u>категорий 1-3</u></p> <p>имеет представление об информационных технологиях и комплексах программ, применяемых для решения научных и технических, фундаментальных и прикладных задач</p>	удовлетворительно
	<p><u>Вопросы зачета</u> <u>категорий 1-3</u></p> <p>Имеет фрагментарное представление об информационных технологиях и комплексах программ, применяемых для решения научных и технических, фундаментальных и прикладных задач</p>	неудовлетворительно
знать методологические основы построения систем информационных, компьютерных и имитационных моделей объектов и явлений	<p><u>Вопросы зачета</u> <u>категорий 1,2</u></p> <p>Имеет достаточно глубокие знания о методологических основах построения систем информационных, компьютерных и</p>	отлично

	имитационных моделей объектов и явлений	
	<p><u>Вопросы зачета</u> <u>категорий 1,2</u></p> <p>знать методологические основы построения систем информационных, компьютерных и имитационных моделей объектов и явлений</p>	хорошо
	<p><u>Вопросы зачета</u> <u>категорий 1,2</u></p> <p>Имеет представление о методологических основах построения систем информационных, компьютерных и имитационных моделей объектов и явлений</p>	удовлетворительно
	<p><u>Вопросы зачета</u> <u>категорий 1,2</u></p> <p>Имеет фрагментарные знания о методологических основах построения систем информационных, компьютерных и имитационных моделей объектов и явлений</p>	неудовлетворительно
знать пакеты прикладных программ и уметь программировать на языках высокого уровня	<p><u>Вопросы зачета</u> <u>категорий 3</u></p> <p>Грамотно применяет пакеты прикладных программ и умеет программировать на языках высокого уровня при выполнении исследовательских задач в предметной области</p>	отлично
	<p><u>Вопросы зачета</u> <u>категорий 3</u></p> <p>Знает основные возможности пакетов прикладных программ и умеет программировать на языках высокого уровня</p>	хорошо
	<p><u>Вопросы зачета</u> <u>категорий 3</u></p>	удовлетворительно

	<p>Знает основные функции пакетов прикладных программ и знает основы программирования на языках высокого уровня</p> <p><u>Вопросы зачета</u> <u>категорий 3</u></p> <p>Имеет представление об основах программирования на языках высокого уровня, программных системах</p>	
--	--	--

Если каждый из ответов на вопросы оценен по указанной шкале на «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно», то это означает успешное прохождение аттестации с оценкой зачтено.

Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины (оценочные материалы)

Перечень вопросов зачета, структурированный по категориям

Категория	Формулировка вопроса
Категория 1	Вопрос 1. Устойчивость и адекватность математических моделей.
	Вопрос 2. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.
	Вопрос 3. Проверка адекватности модели измерения и адекватности результатов редукции.
Категория 2	Вопрос 5. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения.
	Вопрос 6. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах.
	Вопрос 7. Выпуклые задачи на минимум
	Вопрос 8. Линейное программирование, выпуклое программирование. Задачи на минимакс.
	Вопрос 9. Основы вариационного исчисления.
	Вопрос 10. Задачи оптимального управления. Принцип максимума.
	Вопрос 11. Элементарные математические модели
	Вопрос 12. Вариационные принципы построения математических моделей
	Вопрос 13. Математические модели в статистической механике, экономике, биологии.
	Вопрос 14. Модели динамических систем.
	Вопрос 15. Классификация особых точек. Бифуркация.
	Вопрос 16. Динамический хаос. Эргодичность и перемешивание.
	Вопрос 17. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением.
	Вопрос 18. Проверка статистических гипотез.

	Вопрос 19. Элементы многомерного статистического анализа. Основные понятия теории статистических решений.
Категория 3	<p>Вопрос 20. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.</p> <p>Вопрос 21. Представление о языках программирования высокого уровня.</p> <p>Вопрос 22. Пакеты прикладных программ.</p> <p>Вопрос 23. Принципы динамического программирования.</p> <p>Вопрос 25. Численное дифференцирование и интегрирование.</p> <p>Вопрос 26. Численные методы поиска экстремума.</p> <p>Вопрос 27. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений.</p> <p>Вопрос 28. Сплайн-аппроксимация. Интерполяция. Метод конечных элементов.</p>
Категория 4	<p>Вопрос 29. Аксиоматика теории вероятностей. Условная вероятность. Независимость.</p> <p>Вопрос 30. Случайные величины и векторы.</p> <p>Вопрос 31. Корреляционная теория случайных векторов.</p> <p>Вопрос 32. Случайные процессы.</p> <p>Вопрос 33. Вычислительные методы линейной алгебры.</p> <p>Вопрос 34. Универсальность математических моделей.</p> <p>Вопрос 35. Пространства интегрируемых функций. Пространства Соболева.</p> <p>Вопрос 36. Понятие меры и интеграла Лебега.</p> <p>Вопрос 37. Метрические и нормированные пространства.</p> <p>Вопрос 38. Линейные непрерывные функционалы и операторы.</p> <p>Вопрос 39. Искусственный интеллект. Распознавание образов.</p>