

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**

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И  
КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ**

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

Ответственный за образовательную программу:  
заведующий кафедрой систем информатики ФИТ,  
доктор физико-математических наук

М.М. Лаврентьев

Новосибирск 2022

## **Аннотация к рабочей программе дисциплины**

### **«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»**

Дисциплина «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» 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 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» входит в блок элективных дисциплин, реализуемых в рамках программы аспирантуры.

Дисциплина «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» направлена на сдачу 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.

Освоение дисциплины аспирантами заключается в проведении самостоятельной работы, которая включает изучение всех разделов дисциплины.

При изучении дисциплины «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» аспирант приобретает навыки и умения необходимые для осуществления научно-исследовательской деятельности и подготовки диссертации.

**Общий объем дисциплины – 1 зачетная единица (36 часов).**

Из которых самостоятельная работа 32 часа, консультации 2 часа.

**Правила аттестации по дисциплине.** Промежуточная аттестация по дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» проводится в виде сдачи кандидатского экзамена. Кандидатский экзамен проводится по программе-минимум, соответствующей примерной программе, утвержденной Министерством образования и науки Российской Федерации.

## **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 – 1 з.е. (36 ч)

Форма промежуточной аттестации: кандидатский экзамен

<b>№</b>	<b>Вид деятельности</b>	<b>Количество часов</b>
1	Лекции, час.	
2	Практические занятия, час.	
3	Лабораторные занятия, час	
4	Занятий в контактной форме без учета промежуточной аттестации, час, из них	2
5	в электронной форме, час.	
6	аудиторных занятий, час.	
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	
8	консультаций, час.	2
9	Самостоятельная работа, час.	32
10	Всего, ч	36

## **3. Содержание дисциплины**

Самостоятельная работа студентов (32 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.	6
2. Общая проблема решения. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения.	4
3. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры.	4

Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов.	
4. Языки программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ.	4
5. Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос. Эргодичность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением.	4
6. Элементы теории функций и функционального анализа. Метрические и нормированные пространства. Линейные функционалы и операторы. Мера Лебега. Измеримые по Лебегу функции. Интеграл Лебега. Предельные переходы под знаком интеграла Лебега. Пространства интегрируемых функций. Принцип сжимающих отображений и его применения. Различные виды сходимостей в нормированных пространствах. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах	6
7. Элементарные математические модели. Примеры математических моделей. Вариационные принципы. Применение аналогий при построении моделей. Иерархический подход к построению моделей	4

#### **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 (модуля)**

- 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.)
- 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.)
- 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.)
- 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>
- 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. Kurs teorii veroyatnostey: [Ucheb. dlya mat. spec. un-tov] / B.V. Gnedenko — 6-e izd., pererab. i dop. — M.: Nauka, 1988 (198 ekz.)
15. Gimadi, Eduard Hayroutdinovich. Matematicheskie modeli i metody priinyatiya reshenij; Feder. agentstvo po obrazovaniju, Novosib. gos. un-t, mech. - mat. fakt — Novosibirsk NGU, 2008 — 162 s. (47 ekz.)
16. Godunov, Sergei Konstantinovich. Raznostnye schemy: vvedenie v teoriyu. [uchebnoe posobie dlya studentov universitetov i vyschix uchebnyx zavedenij po spetsialnosti "Priladnaya matematika"] / S.K. Godunov, V.S. Ryaben'kiy — Izd. 2-ye, pererab. i dop. — Moscow: Nauka, 1977 — 439 s. (40 ekz.)
17. Denisov, Aleksandr Mihaylovich. Vvedenie v teoriyu obratnyx zadach: [Ucheb. posobie dlya vuzov po napravleniju "Pril. matematika i informatica" i spec. "Pril. matematika"] — M.: Izd-vo MGU, 1994 — 206 s. (3 ekz.)
18. Larin, Rudolf Mihaylovich. Metody optimizacii. Primerы i zadachi: uchebnoe posobie: dlya studentov vyschix uchebnyx zavedenij, obuchenixsya po napravleniju podgotovki vyschego professional'nogo obrazovaniya 010100 "Matematika" i spetsialnosti 010101 / R.M. Larin, A.V. Plyasunov, A.B.

- 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 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ используются специальные помещения:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся;

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

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».

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Перечень специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины представлен в таблице 6.1.

#### Специализированное программное обеспечение

Таблица 6.1

	Наименование ПО	Назначение
	Microsoft Visual Studio 2013	Среда разработки приложений
	Eclipse Neon	Среда разработки приложений
	MathWorks MATLAB R2014b	ПО для решения задач технических вычислений

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» проводится в виде сдачи кандидатского минимума. Кандидатский экзамен проводится по программе-минимум, соответствующей примерной программе, утвержденной Министерством образования и науки Российской Федерации.

Кандидатский экзамен проводится комиссией, состав которой утверждается ректором. Состав экзаменационной комиссии формируется из числа научно-педагогических работников НГУ (в том числе работающих по совместительству), в количестве не более 5 человек, и включает в себя председателя, заместителя председателя и членов экзаменационной комиссии. В состав экзаменационной комиссии могут включаться научно-педагогические работники других организаций. Экзаменационная комиссия правомочна принимать кандидатский экзамен по специальной дисциплине, если в ее заседании участвуют не менее 2 специалистов, имеющих учennую степень кандидата или доктора наук по научной специальности.

#### *Описание критериев и шкал оценивания результатов освоения дисциплины:*

Результат освоения дисциплины	Критерии оценивания результатов освоения дисциплины	Шкала оценивания
знать методы математического моделирования, численного анализа, применяемые для решения научных и технических, фундаментальных и прикладных задач	<u>Экзаменационные билеты</u> <u>категорий 1-4</u>  Знает методы математического моделирования, численного анализа, применяемые для решения научных и технических, фундаментальных и прикладных задач и успешно использует эти знания в предметной области	Отлично
	<u>Экзаменационные билеты</u>	Хорошо

	<p><u>категорий 1-4</u></p> <p>знает методы математического моделирования, численного анализа, применяемые для решения научных и технических, фундаментальных и прикладных задач</p>	
	<p><u>Экзаменационные билеты</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>Экзаменационные билеты</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
знать информационные технологии и комплексы программ, применяемые для решения научных и технических, фундаментальных и прикладных задач	<p><u>Экзаменационные билеты</u> <u>категорий 1-3</u></p> <p>знает информационные технологии и комплексы программ, применяемые для решения научных и технических, фундаментальных и прикладных задач и успешно применяет их в предметной области</p>	Отлично
	<p><u>Экзаменационные билеты</u> <u>категорий 1-3</u></p> <p>знает информационные технологии и комплексы программ, применяемые для решения научных и</p>	Хорошо

	технических, фундаментальных и прикладных задач	
	<u>Экзаменационные билеты</u> <u>категорий 1-3</u>  имеет представление об информационных технологиях и комплексах программ, применяемых для решения научных и технических, фундаментальных и прикладных задач	удовлетворительно
	<u>Экзаменационные билеты</u> <u>категорий 1-3</u>  Имеет фрагментарное представление об информационных технологиях и комплексах программ, применяемых для решения научных и технических, фундаментальных и прикладных задач	неудовлетворительно
знати методологические основы построения систем информационных, компьютерных и имитационных моделей объектов и явлений	<u>Экзаменационные билеты</u> <u>категорий 1,2</u>  Имеет достаточно глубокие знания о методологических основах построения систем информационных, компьютерных и имитационных моделей объектов и явлений	отлично
	<u>Экзаменационные билеты</u> <u>категорий 1,2</u>  знати методологические основы построения систем информационных, компьютерных и имитационных моделей объектов и явлений	хорошо
	<u>Экзаменационные билеты</u> <u>категорий 1,2</u>  Имеет представление о методологических основах	удовлетворительно

	построения систем информационных, компьютерных и имитационных моделей объектов и явлений	
	<u>Экзаменационные билеты</u> <u>категорий 1,2</u>  Имеет фрагментарные знания о методологических основах построения систем информационных, компьютерных и имитационных моделей объектов и явлений	неудовлетворительно
знати пакеты прикладных программ и уметь программировать на языках высокого уровня	<u>Экзаменационные билеты</u> <u>категорий 3</u>  Грамотно применяет пакеты прикладных программ и умеет программировать на языках высокого уровня при выполнении исследовательских задач в предметной области	отлично
	<u>Экзаменационные билеты</u> <u>категорий 3</u>  Знает основные возможности пакетов прикладных программ и умеет программировать на языках высокого уровня	хорошо
	<u>Экзаменационные билеты</u> <u>категорий 3</u>  Знает основные функции пакетов прикладных программ и знает основы программирования на языках высокого уровня	удовлетворительно
	<u>Экзаменационные билеты</u> <u>категорий 3</u>  Имеет представление об основах программирования на языках высокого уровня, программных системах	неудовлетворительно

Результаты итоговой аттестации, проводимой в форме кандидатского экзамена, определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение итоговой аттестации.

Во время проведения кандидатского экзамена аспиранту разрешается использовать справочники, калькуляторы.

7.1. Форма и перечень вопросов экзаменационного билета

Новосибирский государственный университет

Кандидатский экзамен

---

наименование модуля

---

наименование образовательной программы

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №

1. Вопрос из категории 1,2

2. Вопрос из категории 3,4

Составитель \_\_\_\_\_ И.О.Фамилия  
(подпись)

Ответственный за образовательную программу

\_\_\_\_\_ И.О.Фамилия  
(подпись)

«\_\_\_\_»\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Перечень вопросов экзамена, 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	Вопрос 20. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.
	Вопрос 21. Представление о языках программирования высокого уровня.
	Вопрос 22. Пакеты прикладных программ.
	Вопрос 23. Принципы динамического программирования.
	Вопрос 25. Численное дифференцирование и интегрирование.
	Вопрос 26. Численные методы поиска экстремума.
	Вопрос 27. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений.
	Вопрос 28. Сплайн-аппроксимация. Интерполяция. Метод конечных элементов.
Категория 4	Вопрос 29. Аксиоматика теории вероятностей. Условная вероятность. Независимость.
	Вопрос 30. Случайные величины и векторы.
	Вопрос 31. Корреляционная теория случайных векторов.
	Вопрос 32. Случайные процессы.

	Вопрос 33. Вычислительные методы линейной алгебры.
	Вопрос 34. Универсальность математических моделей.
	Вопрос 35. Пространства интегрируемых функций. Пространства Соболева.
	Вопрос 36. Понятие меры и интеграла Лебега.
	Вопрос 37. Метрические и нормированные пространства.
	Вопрос 38. Линейные непрерывные функционалы и операторы.
	Вопрос 39. Искусственный интеллект. Распознавание образов.