

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»  
(ТвГТУ)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по НИИД

А.А. Артемьев

2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины обязательной части блока дисциплин  
**«Математическое моделирование, численные методы  
и комплексы программ»**

Научная специальность подготовки научных и  
научно-педагогических кадров в аспирантуре

**1.2.2. Математическое моделирование, численные методы  
и комплексы программ**

Форма обучения – очная.

Факультет информационных технологий.

Кафедра «Программное обеспечение».

Семестры 4, 5.

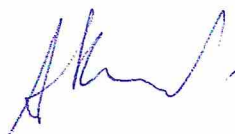
Тверь 2022

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы:  зав. каф. ПО д.ф.-м.н., профессор А.Л. Калабин

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПО «29» августа 2022 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой ПО  
д.ф.-м.н., профессор



А.Л. Калабин

Согласовано  
Начальник отдела аспирантуры  
и докторантуры



О.И. Туманова

Начальник отдела  
комплектования  
зональной научной библиотеки



О.Ф. Жмыхова

## **1. Цели и задачи дисциплины**

**Цель** дисциплины «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» изучить теоретические и практические вопросы, связанные с этапами постановки задачи моделирования, выбора значимых параметров для моделирования, а также непосредственно составления математических и компьютерных моделей и применимостью этих знаний на практике для решения научных и технических задач.

### **Задачами дисциплины являются:**

- формирование способности к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач;

– изучение методологических основ моделирования как одного из основных средств изучения свойств сложных систем;

- формирование представления о основах численных методов и программирования;

- развитие и закрепление навыков профессиональной деятельности исследователя, способного адекватно решать исследовательские и практические задачи в своей профессиональной деятельности;

- приобретение навыков анализа и интерпретации данных, полученных в процессе исследований.

## **2. Место в структуре ОП**

Дисциплина «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» относится к Компоненту 1 ОП ВО «Научный компонент» в соответствии с приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)» (Зарегистрирован в Минюсте РФ 23.11.2021 № 65943);

Промежуточная аттестация осуществляется в 4 и 5 семестрах.

Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, необходимы при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности и написании научно-квалификационной работы (диссертации).

## **3. Планируемые результаты обучения**

### **3.1 Компетенции, закрепленные в ОХОП:**

ОК-5: готов к проведению научных исследований по научной специальности и отрасли науки, по которой подготавливается диссертация.

### 3.2. Показатели достижения компетенций:

#### Знать:

31.1. Современные направления развития математического моделирования с теоретической и практической точек зрения;

31.2. Основные методы численные;

31.3. Основы технологии программирования.

#### Уметь:

У1. Составлять формализованное описание объектов предметной области как объектов исследования.

У2. Создавать математическую модель объекта, выбирать численный метод, создавать вычислительный алгоритм, разрабатывать и тестировать программный комплекс.

У3. Использовать основные методы трактовки, графического представления и анализа полученных экспериментальных данных.

### 3.3. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение практических занятий.

## 4. Трудоемкость и виды учебной работы

Таблица 1. Распределение трудоемкости по видам учебной работы

Семестр 4

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
<b>Общая трудоемкость</b>	5	72
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		64
В том числе:		
Лекции		16
Практические занятия (ПЗ)		16
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>		80
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы:		
- подготовка презентации;		15
- составление текста доклада;		15
- подготовка к выступлению на семинаре		10
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		-
<b>Практическая подготовка (всего)</b>		0

## Семестр 5

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
<b>Общая трудоемкость</b>	3	108
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		32
В том числе:		
Лекции		16
Практические занятия (ПЗ)		16
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>		40
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы:		
- подготовка презентации;		15
- составление текста доклада;		10
- подготовка к выступлению на семинаре		10
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		36
<b>Практическая подготовка (всего)</b>		0

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Структура промежуточной аттестации

Таблица 2. Модули, трудоемкость в часах и виды учебной работы

#### Семестр 4

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
1	Математические основы	36	8	8	-	20
2	Информационные технологии	36	8	8	-	20
Всего		<b>72</b>	16	16	-	40

#### Семестр 5

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
3	Компьютерные технологии	36	8	8	-	20
4	Методы математического моделирования	36	8	8	-	20
Всего		<b>72+36 (экза)</b>	16	16	-	40

## **5.2. Содержание кандидатского экзамена**

### **МОДУЛЬ 1. Математические основы**

Элементы теории функций и функционального анализа. Понятие меры и интеграла Лебега. Метрические и нормированные пространства. Пространства интегрируемых функций. Пространства Соболева. Линейные непрерывные функционалы. Теорема Хана—Банаха. Линейные операторы. Элементы спектральной теории. Дифференциальные и интегральные операторы.

Экстремальные задачи. Выпуклый анализ. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум. Задачи на минимакс. Основы вариационного исчисления. Задачи оптимального управления. Принцип максимума.

### **МОДУЛЬ 2. Информационные технологии**

Принятие решений. Общая проблема решения.

Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения. Исследование операций и задачи искусственного интеллекта.

Экспертизы и неформальные процедуры. Автоматизация проектирования. Искусственный интеллект. Распознавание образов.

### **МОДУЛЬ 3. Компьютерные технологии**

Численные методы. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод граничных элементов.

Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др. Численные методы вейвлет-анализа. Вычислительный эксперимент. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.

Алгоритмические языки. Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ.

### **МОДУЛЬ 4. Методы математического моделирования**

Основные принципы математического моделирования. Универсальность математических моделей. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Вариационные принципы построения математических моделей.

Методы исследования математических моделей. Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей. Математические модели в научных

исследованиях. Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос. Эргодичность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением.

### 5.3. Лабораторные работы

Учебным планом лабораторные работы не предусмотрены.

### 5.4. Практические занятия

Таблица 3. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость

Модули. Цели ПЗ	Примерная тематика занятий и форма их проведений	Трудоемкость в часах
<b>Модуль 1</b> Цель: Научиться решать экстремальные задачи	Решение практических задач. Численные методы.	8
<b>Модуль 2</b> Цель: Изучить и предложить варианты использования искусственного интеллекта	Решение практических задач. Методы анализа данных.	8
<b>Модуль 3</b> Цель: Изучить принципы проведения вычислительного эксперимента	Компьютерный эксперимент Разработка алгоритма	8
<b>Модуль 4</b> Цель: Научиться создавать и оценивать математические модели	Разработка алгоритма построения модели динамики движения материальной точки	8

## 6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости

### 6.1. Цели самостоятельной работы

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

### 6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практическим занятиям, к текущему контролю успеваемости.

Обучающийся должен быть готов к ответу на сформулированные преподавателем и другими обучающимися вопросы по дисциплине.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

### 7.1. Основная литература

1. Колмогоров, А.Н. Элементы теории функций и функционального анализа : учеб. пособие для мат. спец. ун-тов / А.Н. Колмогоров, С.В. Фомин. - 2-е изд. ; доп. и испр. - Москва : Наука: Физматлит, 1968. - 496 с. - Текст : непосредственный. - 14 р. 70 к. - (ID=125073-1)
2. Васильев, Ф.П. Методы оптимизации : в составе учебно-методического комплекса / Ф.П. Васильев. - Москва : Факториал Пресс, 2002. - 823 с. - (УМК-У). - Библиогр. : с. 788 - 815. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-88688-056-9 : 866 р. 25 к. - (ID=10340-1)
3. Васильев, Ф.П. Линейное программирование / Ф.П. Васильев, А.Ю. Иваницкий. - Москва : Факториал, 1998. - 176 с. - ISBN 5-88688-038-0 : 63 р. - (ID=6367-1)
4. Пименов, В.Г. Численные методы : учебное пособие для вузов : в 2 частях. Часть 2 / В.Г. Пименов, А.Б. Ложников. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 01.11.2022. - ISBN 978-5-534-10891-0. - URL: <https://urait.ru/book/chislennyye-metody-v-2-ch-ch-2-492873>. - (ID=151667-0)
5. Пименов, В.Г. Численные методы : учебное пособие для вузов : в 2 частях. Часть 1 / В.Г. Пименов; Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 01.11.2022. - ISBN 978-5-534-10886-6. - URL: <https://urait.ru/book/chislennyye-metody-v-2-ch-ch-1-492872>. - (ID=151666-0)
6. Боровков, А.А. Асимптотический анализ случайных блужданий. Быстро убывающие распределения приращений / А.А. Боровков. - Москва : Физматлит, 2013. - 447 с. - ISBN 978-5-94052-231-7 : 800 р. - (ID=110018-1)
7. Боровков, А.А. Математическая статистика : учебник / А.А. Боровков. - 4-е изд. ; стер. - СПб. : Лань, 2010. - 704 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 692 - 697. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-8114-1013-2 : 669 р. 90 к. - (ID=84082-2)
8. Калиткин, Н.Н. Численные методы : учеб. пособие для вузов / Н.Н. Калиткин. - М. : Наука, 1978. - 513 с. - Текст : непосредственный. - 29 р. 20 к. - (ID=63777-1)
9. Самарский, А.А. Математическое моделирование : Идеи. Методы. Примеры : в составе учебно-методического комплекса / А.А. Самарский, А.П. Михайлов.



- 2-е изд. ; испр. - Москва : Физматлит, 2001. - 320 с. - (УМК-У). - Библиогр. : с. 312 - 316. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-9221-0120-X : 118 р. 56 к. - (ID=9015-2)
10. Кузнецов, Ю.И. Моделирование колебательных систем в природных средах / Ю.И. Кузнецов; РАН, Сиб. отд-ние, Ин-т вычисл. математики и мат. геофизики. - Новосибирск : ИВМиМГ СО РАН, 2008. - 230 с. - Библиогр. : с. 223 . - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-901548-33-2 : 160 р. - (ID=75132-1)
11. Подколзин, А.С. Компьютерное моделирование логических процессов. Архитектура и язык решателя зада / А.С. Подколзин. - М. : Физматлит, 2008. - 1022 с. - Библиогр. : с. 1021 - 1022. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-9221-1045-7 : 1078 р. - (ID=75180-1)
12. Заславский, Г.М. Гамильтонов хаос и фрактальная динамика / Г.М. Заславский; пер. с англ. под науч. ред. А.Ю. Лоскутова. - М. ; Ижевск : НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика" : Ижевский ин-т компьютерных технологий, 2010. - 455 с. : ил. - (Загл. и авт. ориг.: Hamiltonian chaos and fractional dynamics / George M. Zaslavsky). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-93972-834-8 : 105 р. 20 к. - (ID=88404-1)
13. Пытьев, Ю.П. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем / Ю.П. Пытьев. - Москва : Физматлит, 2002. - 383 с. - Библиогр. : с. 375 - 379. - ISBN 5-9221-0234-6 : 70 р. - (ID=14031-1)
14. Зализняк, В.Е. Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов : в составе учебно-методического комплекса / В.Е. Зализняк, О.А. Золотов. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование) (УМК-У). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-12249-7. - URL: <https://urait.ru/bcode/488304> . - (ID=135717-0)
15. Аверина, Т.А. Численные методы. Алгоритмы моделирования систем со случайной структурой : учебное пособие для вузов / Т.А. Аверина. - Москва : Юрайт, 2022. - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-07204-4. - URL: <https://urait.ru/bcode/494174> . - (ID=144967-0)

## 7.2. Дополнительная литература

1. Тихонов, А.Н. Методы решения некорректных задач : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по спец. "Приклад. математика" / А.Н. Тихонов, В.Я. Арсенин. - 2-е изд. ; перераб. и доп. - Москва : Наука, 1979. - 285 с. - 4 р. 76 к. - (ID=3053-1)
2. Введение в математическое моделирование : учеб. пособие для вузов : в составе учебно-методического комплекса / В.Н. Ашихмин [и др.]; под ред.

- П.В. Трусова. - Москва : Интермет Инжиниринг, 2000. - 332 с. : ил. - (УМК-У).  
- Текст : непосредственный. - ISBN 5-89594-042-0 : 70 p. - (ID=6988-18)
3. Пытьев, Ю.П. Методы морфологического анализа изображений / Ю.П. Пытьев, А.И. Чуликов. - М. : Физматлит, 2010. - 336 с. : ил. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-9221-1225-3 : 284 p. - (ID=88586-1)
  4. Пытьев, Ю.П. Возможность как альтернатива вероятности. Математические и эмпирические основы, применение / Ю.П. Пытьев. - М. : Физматлит, 2007. - 464 с. : ил. - Библиогр. : с. 456 - 464. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-9221-0859-1 : 90 p. - (ID=68096-1)
  5. Пытьев, Ю.П. Возможность элементы теории и применения / Ю.П. Пытьев. - Москва : Эдиториал УРСС, 2000. - 190 с. : ил. - Библиогр. - ISBN 5-8360-0129-4 : 50 p. - (ID=9319-1)
  6. Васин, А.А. Исследование операций : учеб. пособие для вузов : в составе учебно-методического комплекса / А.А. Васин, П.С. Краснощеков, В.В. Морозов. - М. : Академия, 2008. - 464 с. - (Университетский учебник. Прикладная математика и информатика). - Библиогр. : с. 454 - 457. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7695-4190-2 : 422 p. 40 к. - (ID=71581-11)
  7. Вентцель, Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология / Е.С. Вентцель. - 2-е изд. ; стер. - М. : Наука, 1988. - Текст : непосредственный. - 0-65. - (ID=88323-1)
  8. Пирумов, У.Г. Численные методы : учебник и практикум для вузов / У.Г. Пирумов, д.]. [и; под редакцией У.Г. Пирумова. - 5-е изд. ; доп. и перераб. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 23.09.2022. - ISBN 978-5-534-03141-6. - URL: <https://urait.ru/book/chislennye-metody-488879> . - (ID=150437-0)
  9. Слабнов, В.Д. Численные методы : учебник для вузов / В.Д. Слабнов. - 2-е изд. ; стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-507-44169-3. - URL: <https://e.lanbook.com/book/215762> . - (ID=148006-0)
  10. Зенков, А.В. Численные методы : учебное пособие для вузов / А.В. Зенков. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-10893-4. - URL: <https://urait.ru/bcode/491582> . - (ID=145451-0)
  11. Киреев, В.И. Численные методы в примерах и задачах : учебное пособие для вузов по напр. "Прикладная математика" : в составе учебно-методического комплекса / В.И. Киреев, А.В. Пантелеев. - 4-е изд. ; испр. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2015. - 447 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература)

(УМК-У). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-508114-1888-6 : 1800 р. 04 к. - (ID=112380-3)

12. Демидович, Б.П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения : учеб. пособие / Б.П. Демидович, И.А. Марон, Э.З. Шувалова; под ред. Б.П. Демидовича. - СПб. : Лань, 2010. - 400 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр. в конце гл. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-8114-0799-6 : 520 р. 08 к. - (ID=84087-3)
13. Срочко, В.А. Численные методы : курс лекций : учеб. пособие для вузов : в составе учебно-методического комплекса / В.А. Срочко. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010. - 204 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература) (УМК-У). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-8114-1014-9 : 150 р. 04 к. - (ID=84150-8)

### 7.3. Методические материалы

1. Учебно-методический комплекс обязательной части блока дисциплин "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ". Научная специальность подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ : ФГОС 3++ / составитель А.Л. Калабин ; Кафедра Программное обеспечение. - 2022. - (УМК). - Текст : электронный. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/158242> . - (ID=158245-0)
2. Оценочные средства промежуточной аттестации в форме экзамена по дисциплине "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ" направления подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника. Профиль: Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Программное обеспечение вычислительной техники ; разработ. А.Л. Калабин. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - (УМК-В). - Сервер. - Текст : электронный. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/131789> . - (ID=131789-0)
3. Оценочные средства промежуточной аттестации в форме зачета по дисциплине "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ" направления подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника. Профиль: Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Программное обеспечение вычислительной техники ; разработ. А.Л. Калабин. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - (УМК-В). - Сервер. - Текст : электронный. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/131788> . - (ID=131788-0)

4. Вопросы по дисциплине "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ" направления подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника. Профиль: Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Программное обеспечение вычислительной техники ; разработ. А.Л. Калабин. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - (УМК-В). - Сервер. - Текст : электронный. - (ID=131790-0)
5. Список электронных ресурсов учебно-методической документации для аспирантов по специальности 05.13.18 - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ВМ ; сост.: В.Д. Горячев, Н.К. Жиганов. - Тверь : ТвГТУ, 2011. - (УМК-ЛИТ). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/104918> . - (ID=104918-1)

#### **7.4. Программное обеспечение по дисциплине**

1. Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).
2. Microsoft Office 2019 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

#### **7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет**

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭКТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ" : сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.). Диск 1,2,3,4. - М.: Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст : электронный. - 119600 р. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

#### **8. Материально-техническое обеспечение**

При изучении дисциплины «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» используются мультимедийный проектор и ноутбук.

## **9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

### **9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена**

1. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин и в соответствии с приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)» (Зарегистрирован в Минюсте РФ 23.11.2021 № 65943).

Число экзаменационных билетов – 10. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3 (1 вопрос для категории «знать» и 2 вопроса для категории «уметь»).

Продолжительность экзамена – 60 минут.

2. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

3. Критерии оценки за экзамен:

для категории «знать»:

выше базового – 2;

базовый – 1;

ниже базового – 0;

критерии оценки и ее значения для категории «уметь»:

отсутствие умения – 0 баллов;

наличие умения – 2 балла.

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

4. Вид экзамена – письменный экзамен, включающий решение задач с использованием справочного материала и непрограммируемого калькулятора.

**5. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене:**

Типовой образец задания приведен в Приложении 1.

Пользование различными техническими устройствами, кроме ЭВМ компьютерного класса и программным обеспечением, необходимым для решения поставленных задач, не допускается. При желании аспиранта покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы и решенных на компьютере задач задавать аспиранту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного аспиранту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

## **9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета**

1. Вид промежуточной аттестации в форме зачета.

Вид промежуточной аттестации устанавливается преподавателем:

по результатам текущего контроля успеваемости обучающегося без дополнительных контрольных испытаний;

по результатам дополнительного итогового контрольного испытания при наличии у аспирантов задолженностей по текущему контролю.

2. При промежуточной аттестации без выполнения дополнительного итогового контрольного испытания аспиранту в обязательном порядке описываются критерии проставления зачёта:

«зачтено» - выставляется обучающемуся при условии выполнения им всех контрольных мероприятий: посещение лекций в объеме не менее 80% контактной работы с преподавателем, выполнения и защиты заданий на практических занятиях.

При промежуточной аттестации с выполнением заданий дополнительного итогового контрольного испытания аспиранту выдается билет с вопросами и задачами.

Число заданий для дополнительного итогового контрольного испытания – 10.

Число вопросов – 3 (2 вопроса для категории «знать» и 1 вопрос для категории «уметь»).

Продолжительность 60 минут.

3. Шкала оценивания промежуточной аттестации - «зачтено», «не зачтено»

4. Критерии выполнения контрольного испытания и условия проставления зачета:

Для категории «знать» (бинарный критерий)

Ниже базового – 0 баллов;

Базовый уровень – 1 балл;

Критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

Отсутствие умения – 0 баллов;

Наличие умения – 1 балл.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 1.

5. Для дополнительного итогового испытания аспиранту в обязательном порядке предоставляется:

База заданий, предназначенных для предъявления обучающемуся на дополнительном итоговом контрольном испытании (типовой образец задания приведен в Приложении 2);

Методические материалы, определяющие процедуру проведения дополнительного итогового испытаний и проставления зачета.

6. Задание выполняется письменно и с использованием ЭВМ.

## **7. База заданий, предъявляемая обучающимся на зачете:**

1. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование.
2. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др.
3. Численные методы вейвлет-анализа.
4. Вычислительный эксперимент.
5. Принципы проведения вычислительного эксперимента.
6. Модель, алгоритм, программа.
7. Алгоритмические языки.
8. Представление о языках программирования высокого уровня.
9. Пакеты прикладных программ.
10. Основные принципы математического моделирования.
11. Универсальность математических моделей.
12. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы.
13. Вариационные принципы построения математических моделей.
14. Методы исследования математических моделей.
15. Устойчивость.
16. Проверка адекватности математических моделей.
17. Математические модели в научных исследованиях. Модели динамических систем.
18. Особые точки.
19. Бифуркации.
20. Динамический хаос.
21. Эргодичность и перемешивание.
22. Понятие о самоорганизации.
23. Диссипативные структуры.
24. Режимы с обострением.

### **9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы**

Учебным планом курсовая работа (проект) по дисциплине не предусмотрены.

### **10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

Аспиранты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки, которые должны быть опубликованы и размещены на сайте вуза или кафедры.

В учебный процесс внедрена субъект-субъектная педагогическая технология, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций аспирантов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

Аспиранты, изучающие дисциплину, обеспечены учебной и научной литературой для выполнения всех видов самостоятельной работы, и учебно-методическим комплексом по дисциплине.

### **11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины**

Кафедра ежегодно обновляет содержание рабочих программ дисциплин, которые оформляются протоколами заседаний дисциплин, форма которых утверждена Положением о рабочих программах дисциплин.



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Тверской государственный технический университет»**

Научная специальность 1.2.2. – Математическое моделирование, численные  
методы и комплексы программ  
Кафедра Программного обеспечения  
Дисциплина «Математическое моделирование, численные методы и комплексы  
программ»  
Семестр 5

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность.
2. Проверка адекватности математических моделей.
3. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы.

**Критерии итоговой оценки за экзамен:**

«отлично» – при сумме баллов 5 или 6;  
«хорошо» – при сумме баллов 4;  
«удовлетворительно» – при сумме баллов 3;  
«неудовлетворительно» – при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: д.ф.-м.н., профессор кафедры ПО

А.Л. Калабин

Заведующий кафедрой ПО, профессор

А.Л. Калабин

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Тверской государственный технический университет»**

Научная специальность 1.2.2. – Математическое моделирование, численные  
методы и комплексы программ  
Кафедра Программного обеспечения  
Дисциплина «Математическое моделирование, численные методы и комплексы  
программ»  
Семестр 4

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОВОГО  
КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ № 1**

1. Задание для категории «знать» – или 0, или 1 балл:  
Принципы проведения вычислительного эксперимента.
2. Задание для категории «знать» – или 0, или 1 балл:  
Вычислительный эксперимент.
3. Задача для категории «уметь» – или 0, или 1 балл:  
Численные методы вейвлет-анализа.

Составитель: д.ф.-м.н., профессор кафедры ПО

А.Л. Калабин

Заведующий кафедрой ПО, профессор

А.Л. Калабин