

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор  
по учебной работе

\_\_\_\_\_ Э.Ю. Майкова  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений  
Блока 1 «Дисциплины (модули)»  
**«Математические основы моделирования»**

Направление подготовки бакалавров – 12.03.01 Приборостроение  
Направленность (профиль) – Информационно-измерительная техника и техно-  
логии  
Типы задач профессиональной деятельности – производственно-  
технологический, проектно-конструкторский

Форма обучения – очная  
Факультет информационных технологий  
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»

Тверь 2024

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки бакалавров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы: доцент кафедры АТП \_\_\_\_\_ П.К. Кузин

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АТП  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 г., протокол № \_\_\_\_\_.

Заведующий кафедрой АТП \_\_\_\_\_ Б.И. Марголис

Согласовано  
Начальник учебно-методического  
отдела УМУ \_\_\_\_\_ Е.Э. Наумова

Начальник отдела  
комплектования  
зональной научной библиотеки \_\_\_\_\_ О.Ф. Жмыхова

## 1. Цель и задачи дисциплины

**Основной целью** изучения дисциплины «Математические основы моделирования» является подготовка студентов к профессиональной деятельности в области исследования и математического моделирования приборов различного назначения.

**Задачами** дисциплины являются:

- приобретение теоретических знаний по численным методам решения систем дифференциальных уравнений;
- приобретение теоретических знаний по методам статистического моделирования статических характеристик измерительных приборов;
- овладение навыками разработки математических моделей с использованием специального программного обеспечения.

## 2. Место дисциплины в образовательной программе

Дисциплина относится к части Блока 1 ОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений. Для изучения курса требуется умение использовать знания, полученные при изучении дисциплины «Математика», «Численные методы».

Знания, полученные при изучении данной дисциплины, являются базовыми для изучения дисциплин: «Основы конструирования и технологии приборостроения», «Компьютерные технологии в приборостроении».

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

### 3.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине

**Компетенции, закреплённые за дисциплиной в ОХОП:**

**ПК-2.** Способен производить моделирование процессов и объектов приборостроения и их исследование на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов.

**Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:**

**ИПК-2.3.** Применяет стандартные пакеты прикладных программ для моделирования процессов и объектов приборостроения, анализа и обработки экспериментальных данных.

**Показатели оценивания индикатора достижения компетенций**

**Знать:**

31. Этапы построения математических моделей.

32. Методику применения стандартных пакетов прикладных программ для моделирования процессов и объектов приборостроения.

**Уметь:**

У1. Разрабатывать компьютерные модели процессов и объектов приборостроения с использованием стандартных прикладных программ.

**Иметь опыт практической подготовки:**

ПП1. Решать задачи анализа результатов измерений методами математической статистики с использованием стандартных прикладных программ.

**ПК-5.** Способен к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях.

**Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:**

**ИПК-5.5.** Выполняет расчеты параметров конструкций механических, оптических и оптико-электронных деталей и узлов, входящих в приборы различного назначения.

**Знать:**

31. Методику применения стандартных пакетов прикладных программ для расчета типовых деталей и узлов на элементном уровне.

**Уметь:**

У1. Разрабатывать компьютерные модели типовых деталей и узлов на элементном уровне.

**Иметь опыт практической подготовки:**

ПП1. Использовать стандартные прикладные программы для разработки и расчета типовых приборов и деталей.

**3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций**

Проведение лекционных, практических и лабораторных занятий, самостоятельная работа под руководством преподавателя.

**4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы**

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		<b>60</b>
В том числе:		
Лекции		15
Практические занятия (ПЗ)		15
Лабораторные работы (ЛР)		30
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>		<b>48</b>
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы:		
- изучение теоретической части дисциплины;		27
- подготовка к защите лабораторных работ		15
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачёт)		6
<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)</b>		<b>45</b>
Практические занятия (ПЗ)		15
Лабораторные работы (ЛР)		30
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Структура дисциплины

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

№	Наименование модуля	Труд-ть, часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
1	Моделирование статических характеристик элементов автоматических систем методом наименьших квадратов	14	2	2	4	6
2	Методы линеаризации математических моделей	20	2	2	6	10
3	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Численные методы интегрирования.	28	4	4	8	12
4	Методы решения задачи поиска минимума функции нескольких переменных	28	5	5	8	10
5	Методы получения дифференциальных уравнений объектов управления по экспериментальным разгонным характеристикам	18	2	2	4	10
<b>Всего по дисциплине</b>		<b>108</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>48</b>

### 5.2. Содержание дисциплины

**Модуль 1 «Моделирование статических характеристик элементов автоматических систем методом наименьших квадратов»**

Аппроксимация экспериментальных данных методом наименьших квадратов. Построение многофакторных регрессионных моделей.

**Модуль 2 «Методы линеаризации математических моделей»**

Разложение в ряд Тейлора функции одной переменной. Разложение в ряд Тейлора функции нескольких переменных. Допущение о малости отклонения параметров объекта. Приведение уравнений к безразмерному виду.

**Модуль 3 «Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Численные методы интегрирования»**

Задача Коши. Сведение линейного обыкновенного дифференциального уравнения (ОДУ)  $n$ -го порядка к системе уравнений первого порядка. Матричное представление системы ОДУ первого порядка. Численные методы решения ОДУ. Метод Эйлера. Модифицированные методы Эйлера. Метод Рунге-Кутты. Оценка точности методов. Символьное решение ОДУ в Octave. Численные методы вычисления определенных интегралов. Метод прямоугольников. Метод трапеций. Метод Симпсона. Вычисление интегралов численными методами в Octave.

**Модуль 4 «Методы решение задачи поиска минимума функции нескольких переменных»**

Постановка задачи поиска экстремума функции нескольких переменных. Проблема локализации экстремумов и методы ее решения. Метод градиентного

спуска, метод наискорейшего спуска. Графический метод поиска экстремума. Решение задачи поиска минимума в Octave.

Применение теории планирования экспериментов для решения задачи поиска минимума.

### **Модуль 5 «Методы получения дифференциальных уравнений объектов управления по экспериментальным разгонным характеристикам»**

Получение передаточной функции объекта управления (ОУ) по разгонной характеристике методом Симою.

Получение передаточной функции ОУ по разгонной характеристике методом наименьших квадратов.

### **5.3. Лабораторные работы**

Таблица 3. Лабораторные работы и их трудоемкость

<b>Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ</b>	<b>Наименование лабораторных работ</b>	<b>Трудоемкость в часах</b>
<b>Модуль 1</b> <b>Цель:</b> овладение навыками аппроксимации таблично заданных функций в Octave	Аппроксимация таблично заданных функций в Octave	2
	Анализ влияния степени аппроксимирующего полинома на точность аппроксимации	2
<b>Модуль 2</b> <b>Цель:</b> овладение навыками применения методов линеаризации при моделировании объектов управления	Разработка САУ температурой газа в реакторе	2
	Разработка САУ уровнем жидкости в баке	4
<b>Модуль 3</b> <b>Цель:</b> приобретение навыков численного решения ОДУ и вычисления определенных интегралов в Octave	Решение ОДУ численными методами в Octave	2
	Решение уравнений состояния - выхода АС в Octave с использованием матричной экспоненты	2
	Символьное решение ОДУ в Octave	2
	Вычисление интегралов численными методами в Octave	2
<b>Модуль 4</b> <b>Цель:</b> овладение навыками решения задачи поиска условного и безусловного минимума функции нескольких переменных в Octave	Решение задачи локализации минимумов графическим методом в Octave	2
	Параметрическая оптимизация АС в Octave	2
	Решение задач поиска условного минимума в Octave	4
<b>Модуль 5</b> <b>Цель:</b> овладение навыками построения математической модели ОУ по разгонной характеристике методом наименьших квадратов	Разработка алгоритма и программы для получения передаточной функции ОУ по разгонной характеристике методом наименьших квадратов	4

## 5.4. Практические занятия

Таблица 4. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели практических занятий	Примерная тематика занятий и форма их проведения	Трудоем- кость в часах
<b>Модуль 1</b> Цель: приобретение навыков равномерного приближения аппроксимации таблично заданных функций в Octave	Использование полиномов Чебышёва для равномерного приближения функций	2
<b>Модуль 2</b> Цель: приобретение навыков разложения функций нескольких переменных в ряд Фурье	Вычисление частных производных численными методами в Octave	2
<b>Модуль 3</b> Цель: овладение навыками решения ОДУ и вычисления определенных интегралов в Excel	Решение ОДУ численными методами в Excel	2
	Вычисление определенных интегралов численными методами в Excel	2
<b>Модуль 4</b> Цель: овладение навыками решения задачи поиска минимума функции нескольких переменных в Excel	Решение задачи поиска минимума функции нескольких переменных методом покоординатного спуска и методами градиентного спуска в Excel	2
	Решение задач линейного программирования в Excel	3
<b>Модуль 5</b> Цель: овладение навыками вычисления погрешности математической модели	Разработка алгоритма и программы для вычисления СКО теоретической разгонной характеристики ОУ от экспериментальной	2

## 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, подготовке к лабораторным занятиям, текущему контролю успеваемости, зачёту.

В рамках дисциплины выполняется 12 лабораторных работ, охватывающих модули 1-5. Выполнение всех лабораторных работ обязательно. В случае невыполнения лабораторной работы по уважительной причине студент должен выполнить пропущенные лабораторные занятия в часы, отведенные на консультирование с преподавателем. Работы защищаются устным опросом.

При защите лабораторной работы студент показывает отчёт о выполненной работе, докладывает и аргументированно защищает результаты выполненной работы, отвечая при этом на вопросы преподавателя, убеждая его в том, что работа выполнена верно, цели работы полностью достигнуты.

В случае пропуска занятия студент должен взять тематику занятия и задание на лабораторную работу у преподавателя, изучить и отработать материал в часы самостоятельной работы: написать конспект пропущенной лекции и выполнить лабораторную работу.

В рамках дисциплины проводится 7 практических занятий, охватывающих модули 1-5.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1. Основная литература по дисциплине**

1. Барботько, А.И. Основы теории математического моделирования: учеб. пособие для вузов: в составе учебно-методического комплекса / А.И. Барботько, А.О. Гладышкин. - 2-е изд., доп. и перераб. - Старый Оскол: ТНТ, 2009. - 209 с. - (УМК-У). - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-94178-148-5: 284 p. 63 к. - (ID=79642-5)

2. Маликов, Р.Ф. Основы математического моделирования: учебное пособие для вузов / Р.Ф. Маликов. - 2-е изд. - Москва: Юрайт, 2022. - Образовательная платформа Юрайт. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-15279-1. - URL: <https://urait.ru/bcode/488153>. - (ID=148222-0)

3. Срочко, В. А. Численные методы. Курс лекций: учебное пособие / В. А. Срочко. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 208 с. - ISBN 978-5-8114-1014-9. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210359> (дата обращения: 13.05.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - (ID=159835-0)

4. Нагаева, И.А. Основы математического моделирования и численные методы: учебное пособие / И.А. Нагаева, И.А. Кузнецов. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2024. - ЭБС Лань. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 02.10.2023. - ISBN 978-5-507-47347-2. - URL: <https://e.lanbook.com/book/362324>. - (ID=157800-0)

### **7.2. Дополнительная литература по дисциплине**

1. Зарубин, В.С. Математическое моделирование в технике: учебник для вузов: в составе учебно-методического комплекса / В.С. Зарубин; под ред.: В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. - 2-е изд., стер. - Москва: Московский гос. техн. ун-т им. Н.Э. Баумана, 2003. - 495 с.: ил. - (Математика в техническом университете. Вып. XXI) (УМК-У). - Библиогр.: с. 402 - 405. - Текст: непосредственный. - ISBN 5-7038-1270-4: 147 p. 25 к. - (ID=22485-3)

2. Буренок, В. М. Математические методы и модели в теории информационно измерительных систем / В. М. Буренок, В. Г. Найденов, В. И. Поляков; под редакцией В. В. Панова. - Москва: Машиностроение, 2011. - 416 с. - ISBN 978-5-94275-608-6. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная сис-

тема. - URL: <https://e.lanbook.com/book/3310> (дата обращения: 13.05.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - (ID=110614-0)

3. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для вузов: в составе учебно-методического комплекса/ В.Е. Гмурман. - 12-е изд. - Москва: Юрайт, 2023. - (Высшее образование) (УМК-У). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-00211-9. - URL: <https://urait.ru/bcode/510437> . - (ID=109192-0)

4. Гмурман, В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: учебное пособие для вузов: в составе учебно-методического комплекса / В.Е. Гмурман. - 11-е изд., доп. и перераб. - Москва: Юрайт, 2023. - (Высшее образование) (УМК-У). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-08389-7. - URL: <https://urait.ru/bcode/510436> . - (ID=97236-0)

5. Сидняев, Н.И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных: учебник и практикум для вузов: в составе учебно-методического комплекса / Н.И. Сидняев; Моск. гос. техн. ун-т им. Н.Э. Баумана. - 2-е изд., доп. и перераб. - Москва: Юрайт, 2022. - (Высшее образование) (УМК-У). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-05070-7. - URL: <https://urait.ru/bcode/508082> . - (ID=96629-0)

6. Веткасов, Н.И. Основы математического моделирования: учебно-методическое пособие / Н.И. Веткасов, Ю.В. Псигин; Ульяновский государственный технический университет. - Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет, 2017. - ЭБС Лань. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 13.07.2022. - ISBN 978-5-9795-1724-7.- URL: <https://e.lanbook.com/book/165056> . - (ID=148649-0)

### **7.3. Методические материалы**

1. Учебно-методический комплекс дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 "Дисциплины (модули)" "Математические основы моделирования". Направление подготовки 12.03.01 Приборостроение. Направленность (профиль): Информационно-измерительная техника и технологии : ФГОС 3++ / Каф. Автоматизация технологических процессов ; сост. П.К. Кузин. - 2024. - (УМК). - Текст: электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/117744> . - (ID=117744-1)

2. Фонд оценочных средств дисциплины по выбору вариативной части Блока 1 "Математические основы моделирования" направления подготовки 12.03.01 Приборостроение. Профиль: Информационно-измерительная техника и технологии: в составе учебно-методического комплекса / Каф. Автоматизация технологических процессов; сост. П.К. Кузин. - 2016. - (УМК-В). - Текст: электронный. - Режим доступа: с разрешения преподавателя. - (ID=131768-0)

3. Математические основы моделирования дискретных систем: учеб.-метод. пособие по курсу "Моделирование дискретных систем" для студентов спец.

22.01 / Тверской гос. техн. ун-т ; сост. Ш.С. Алиев. - Тверь, 1998. - 32 с. - [б. ц.]. - (ID=2610-6)

4. Основы математического моделирования: учеб. пособие / В.В. Кирсанов [и др.]; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь: ТвеПИ, 1990. - 140 с. - Библиогр. с. 137 - 138. - Текст: непосредственный. - 88 к. - (ID=60209-3)

#### **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.

3. Пакет прикладных программ GNU Octave. Octave - это свободное программное обеспечение, лицензированное по [лицензии GNU General Public License \(GPL\)](#).

#### **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>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/117744>

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

Кафедра автоматизации технологических процессов имеет аудитории для проведения лекционных и лабораторных занятий по дисциплине. Для проведения компьютерных практикумов и самостоятельной работы используются компьютерные классы в аудиториях ХТ-201, оснащенные современными компьютерами с необходимым программным обеспечением и имеющие безлимитный выход в глобальную сеть.

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

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

Учебным планом экзамен по дисциплине не предусмотрен.

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

1. Вид промежуточной аттестации в форме зачёта.

Вид промежуточной аттестации устанавливается преподавателем по согласованию с заведующим кафедрой по результатам текущего контроля знаний обучающегося без дополнительных контрольных испытаний.

2. Критерии проставления зачёта при промежуточной аттестации без выполнения дополнительного итогового контрольного испытания.

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при условии выполнения и защиты им всех лабораторных работ, предусмотренных в Программе.

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

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

Учебным планом курсовой проект или курсовая работа по дисциплине не предусмотрены.

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

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению практических, лабораторных работ и всех видов самостоятельной работы.

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

Содержание рабочих программ дисциплин ежегодно обновляется протоколами заседаний кафедры по утвержденной «Положением о структуре, содержании и оформлении рабочих программ дисциплин по образовательным программам, соответствующим ФГОС ВО с учетом профессиональных стандартов» форме.