

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы магистратуры  
по направлению подготовки  
08.04.01 Строительство,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Математическое моделирование, теория вычислений и системный  
анализ**

Направление подготовки: 08.04.01 Строительство

Направленность (профиль): Промышленное и гражданское строительство

Форма обучения: Заочная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде  
электронного документа выгружена из единой  
корпоративной информационной системы управления  
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 904895  
Подписал: заведующий кафедрой Миронов Борис Гурьевич  
Дата: 24.05.2024

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения учебной дисциплины «Математическое моделирование, теория вычислений и системный анализ» является формирование у обучающихся компетенций в соответствии с требованиями самостоятельного утверждаемого образовательного стандарта высшего образования (СУОС) и приобретение ими:

- знаний основных принципов построения и методов исследования математических моделей технических объектов и систем;
- умений строить математические модели различных объектов и систем;
- навыков математического моделирования и исследования прикладных задач.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ОПК-1** - Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук;

**УК-1** - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

### **Знать:**

основные принципы построения и методов исследования математических моделей технических объектов и систем

### **Уметь:**

строить математические модели различных объектов и систем

### **Владеть:**

навыками математического моделирования и исследования прикладных задач

## 3. Объем дисциплины (модуля).

### 3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 6 з.е. (216 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №1
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	20	20
В том числе:		
Занятия лекционного типа	10	10
Занятия семинарского типа	10	10

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 196 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля).

##### 4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	<p>Раздел 1. Основные понятия и принципы математического моделирования</p> <p>1.1. Моделирование, как метод научного познания.</p> <p>1.2. Понятие математической модели. Задача математического моделирования.</p> <p>1.3. Основные этапы математического моделирования: системный анализ объекта, построение модели, изучение модели, анализ модели, использование модели для выявления свойств объекта.</p> <p>1.4. Типы решаемых задач: прямая задача, обратная задача, проектирование управляющих систем.</p> <p>1.5. Классификация математических моделей: модели линейные или нелинейные, сосредоточенные или распределенные, детерминированные или стохастические, статические или динамические, дискретные или непрерывные, гипотетические модели, мысленный эксперимент. Универсальность моделей.</p> <p>1.6. "Жесткие" и "мягкие" модели. Структурно устойчивые модели.</p> <p>1.7. Простейшие математические модели: гармонический осциллятор, модель Мальтуса,</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<p>логистическая модель, модель Лотки-Вольтерра, модель войны или сражения (модель Ланкастера).</p> <p>1.8. Принципы построения математических моделей: на основе фундаментальных законов природы, из вариационных принципов, по аналогии, иерархический подход, принцип суперпозиции. Общая схема принципа Гамильтона.</p> <p>1.9. Понятие натурального, математического и вычислительного эксперимента, их взаимосвязь.</p> <p>1.10. Вычислительные алгоритмы. Основные понятия теории приближенных вычислений и численных методов.</p> <p>1.11. Методы приближения функций. Аппроксимация, интерполирование и экстраполирование.</p> <p>1.12. Основные методы решения нелинейных и дифференциальных уравнений (систем уравнений). Реализация численных методов на ЭВМ (основные понятия).</p>
2	<p><b>Раздел 2. Элементы математического программирования</b></p> <p>2.1. Математическая модель задачи математического и линейного программирования. Примеры составления математических моделей экономических задач. Каноническая форма и приведение к ней общей задачи линейного программирования.</p> <p>2.2. Графический метод решения задач линейного программирования. Задачи с двумя и с <math>n</math> переменными. Свойства решений задач линейного программирования. Многоугольники и многогранники. Экстремум целевой функции. Опорное решение задачи линейного программирования, его взаимосвязь с угловыми точками.</p> <p>2.3. Симплексный метод решения задач линейного программирования. Нахождение начального опорного решения и переход к новому опорному решению. Преобразование целевой функции. Улучшение опорного решения. Алгоритм симплексного метода. Метод искусственного базиса и особенности его алгоритмов.</p> <p>2.4. Теория двойственности. Виды математических моделей двойственных задач. Правила составления двойственных задач. Первая и вторая теоремы двойственности. Двойственный симплексный метод и его алгоритм. Постоптимальный анализ.</p> <p>2.5. Транспортная задача линейного программирования. Формулировка, математическая модель, необходимое и достаточное условия разрешимости, свойства системы ограничений, опорное решение. Методы построения начального опорного решения. Переход от одного опорного решения к другому. Распределительный метод. Метод потенциалов и его алгоритм. Особенности решения транспортных задач с неправильным балансом. Транспортная задача с ограничениями на пропускную способность. Транспортная задача по критерию времени. Применение транспортной задачи для решения экономических задач.</p> <p>2.6. Целочисленное программирование. Метод Гомори. Метод ветвей и границ.</p> <p>2.7. Нелинейное программирование. Выпуклые функции и множества. Задача выпуклого программирования. Методы решения задачи нелинейного программирования. Теорема Куна-Таккера. Примеры экономических задач.</p> <p>2.8. Динамическое программирование. Принцип оптимальности и рекуррентные соотношения Беллмана. Примеры экономических задач.</p>
3	<p><b>Раздел 3. Элементы теории игр</b></p> <p>3.1. Конфликтные ситуации. Кооперативные игры. Оптимальность по Парето. Переговорное множество.</p> <p>3.2. Матричные игры. Игры с нулевой суммой. Условия игры. Платежная матрица. Чистые и смешанные стратегии. Определение оптимальных стратегий и цены игры.</p> <p>3.3. Решение игр в чистых стратегиях и седловые точки матрицы игры. Решение игр с матрицами размера <math>2 \times 2</math>, <math>2 \times n</math>, <math>m \times 2</math>.</p> <p>3.4. Сведение матричной игры к паре двойственных задач линейного программирования.</p> <p>3.5. Игры с природой. Критерии выбора оптимальной стратегии. Примеры экономических задач.</p>
4	<p><b>Раздел 4. Элементы дисперсионного анализа</b></p> <p>4.1. Понятие об однофакторном дисперсионном анализе. Нулевая и конкурирующая гипотезы. Ошибка I рода. Ошибка II рода. Уровень значимости.</p> <p>4.2. Статистический критерий. Правосторонняя критическая область. Левосторонняя критическая</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<p>область. Постановка задачи однофакторного дисперсионного анализа.</p> <p>4.3. Факторная и остаточная дисперсии. Сравнение факторной и остаточной дисперсий. Критерий Фишера-Снедекора.</p> <p>4.4. Основные понятия многомерного статистического анализа.</p> <p>4.5. Методы факторного анализа, их область применения. Метод главных компонент.</p> <p>4.6. Классификация объектов, описываемых количественными и качественными признаками.</p> <p>4.7. Примеры кластер-анализа.</p>
5	<p><b>Раздел 5. Элементы теории случайных процессов</b></p> <p>5.1. Определение случайного процесса. Классификация случайных процессов в зависимости от характера множества состояний и от характера множества значений аргумента. Примеры процессов разных типов.</p> <p>5.2. Потoki событий. Простейший поток и его свойства. Потoki Эрланга и другие потоки, не являющиеся простейшими.</p> <p>5.3. Случайные процессы с дискретными состояниями. Цепи Маркова с конечным числом состояний и дискретным временем. Граф состояний. Матрица переходных вероятностей. Стационарное распределение.</p> <p>5.4. Марковские случайные процессы с конечным числом состояний и непрерывным временем. Размеченный граф состояний. Матрица интенсивностей перехода. Система дифференциальных уравнений Колмогорова. Нахождение стационарного распределения.</p> <p>5.5. Классификация состояний системы. Понятие об эргодическом процессе. Теорема Маркова и ее применение.</p> <p>5.6. Процесс "гибели и размножения" с непрерывным временем и простейшими потоками. Условия существования стационарного режима. Предельное распределение вероятностей в случае конечного числа состояний.</p> <p>5.7. Случайные процессы с непрерывными состояниями. Понятие о случайной функции. Способы задания случайных функций. Виды случайных функций. Характеристики случайных функций, их определение из данных опыта.</p> <p>5.8. Преобразования случайных процессов. Методы определения характеристик преобразованных случайных функций по характеристикам исходных случайных функций. Канонические разложения случайных функций.</p> <p>5.9. Понятие о стационарном случайном процессе. Эргодическое свойство стационарных случайных функций. Определение характеристик эргодических случайных функций по одной реализации. Преобразование стационарной случайной функции стационарной линейной системой.</p> <p>5.10. Элементы спектральной теории стационарных случайных функций. Спектральное разложение стационарной случайной функции на конечном и бесконечном интервале. Спектр дисперсий. Спектральная плотность стационарной случайной функции. Спектральное разложение стационарных случайных функций в комплексной форме. Дельта-функция. Стационарный белый шум.</p>
6	<p><b>Раздел 6. Элементы теории графов</b></p> <p>6.1. Основные понятия теории графов. Виды графов. Аналитическое описание графа.</p> <p>6.2. Численные характеристики графов. Операции над графами. Матрица смежностей вершин, матрица инцидентий, матрица циклов.</p> <p>6.3. Кратчайший путь, кратчайшее дерево, критический путь на графе и алгоритмы их нахождения. Примеры.</p>

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Раздел 2. Элементы математического программирования

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	Линейное программирование (симплекс-метод), транспортная задача(метод потенциалов) и динамическое программирование.
2	Раздел 3. Элементы теории игр Игра с природой.
3	Раздел 4. Элементы дисперсионного анализа Однофакторный дисперсионный анализ.
4	Раздел 5. Элементы теории случайных процессов Потоки событий
5	Раздел 6. Элементы теории графов Графы. Кратчайший путь.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделом 1 "Основные понятия и принципы математического моделирования" ; решение типовых задач :[1,С. 11--58], [2. С. 11-92],[3,С. 6-25], [4, С. 6 - 125], [5, С. 101--125], [6, С.5 - 65]
2	Изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделом 2 "Элементы математического программирования" ; решение типовых задач ( [1]-стр.50,56,90; [4]-стр.33,95, 193, 441)
3	Изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделом 3 "Элементы теории игр" ; решение типовых задач ([4]-стр.598)
4	Изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделом 4 "Элементы дисперсионного анализа" ; решение типовых задач ( [3]-стр.396; [7]-стр.283)
5	Изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделом 5 "Элементы теории случайных процессов" ; решение типовых задач ( [3]; [7]-стр.330)
6	Изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделом 6 "Элементы теории графов" ; решение типовых задач ( [2]-стр.57; [6]-стр.275)
7	Подготовка к промежуточной аттестации.

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

1. Симплексный метод решения задачи линейного программирования.
2. Транспортная задача.
3. Методы решения задачи нелинейного программирования.
4. Динамическое программирование.
5. Матричные игры.

6. Задачи однофакторного дисперсионного анализа.
7. Случайные процессы с дискретными состояниями.
8. Марковские случайные процессы.
9. Случайные процессы с непрерывными состояниями.
10. Кратчайший путь, кратчайшее дерево, критический путь на графе и алгоритмы их нахождения.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Методы оптимальных решений. Учебник. 3-е издание, стер. /Под общ. ред. К.В.Балдин. К.В.Балдин, В.Н.Башлыков, А.В.Рокосуев. Учебник М.: Из-во ФЛИНТА НОУ ВПУ «МПСУ» , 2015	Библиотека РОАТ
2	Дискретная математика и математическая логика. Учебник. Ю.А.Аляев, С.Ф.Тюрин. Учебник М. Финансы и статистика , 2006	Библиотека РОАТ
3	Математические методы и модели в экономике. Учебное пособие. Ю.П.Маркин. Учебное пособие М.: "Высшая школа" , 2007	Библиотека РОАТ
4	Теория случайных процессов и ее инженерные приложения Вентцель Е.С., Овчаров А.А. Учебник М.: Наука. , 1991	Библиотека РОАТ
5	Теория вероятностей и математическая статистика. В.Е.Гмурман. Учебник М.: Высшая школа. , 2019	ЭБС "ЮРАЙТ"
1	Исследование операций. Университетский учебник. Учеб. пос. для вузов. А.А.Васин и др. Учебное пособие М.:Изд. центр «Академия» , 2008	Библиотека РОАТ
2	Введение в исследование операций Хэмди А.Таха Учебник Издательский дом "Вильямс", Москва-Санкт-Петербург-Киев , 2005	Библиотека РОАТ
3	Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: учеб. пособие. – 11-ое изд. перераб. В.Е.Гмурман. Учебное пособие М.: Высшее образование , 2019	ЭБС "ЮРАЙТ"

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

1. Официальный сайт РУТ (МИИТ) – <http://miit.ru/>
2. Электронно-библиотечная система РОАТ - <http://biblioteka.rgotups.ru>

3. Электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ - <http://library.miit.ru/>

4. Поисковые системы «Яндекс», «Google» для доступа к тематическим информационным ресурсам

5. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» - <http://e.lanbook.com/>

6. Электронно-библиотечная система [ibooks.ru](http://ibooks.ru/) - <http://ibooks.ru/>

7. Электронно-библиотечная система «BOOK.RU» - <http://www.book.ru/>

8. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <http://www.znanium.com/>

9. Электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ» - <http://www.biblio-online.ru/>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Программное обеспечение позволяет выполнить все предусмотренные учебным планом виды учебной работы по дисциплине. Все необходимые для изучения дисциплины учебно-методические материалы размещены на сайте академии: <https://www.miit.ru/>.

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы:

- для проведения лекций, демонстрации презентаций и ведения интерактивных занятий: Microsoft Office 2003 и выше.

- для оформления отчетов и иной документации: Microsoft Office 2003 и выше.

- для выполнения текущего контроля успеваемости: Браузер Internet Explorer 6.0 и выше.

- для самостоятельной работы: Браузер Internet Explorer 6.0 и выше, Microsoft Office 2003 и выше.

Для осуществления учебного процесса с использованием дистанционных образовательных технологий: операционная система Windows, Microsoft Office 2003 и выше, Браузер Internet Explorer 8.0 и выше с установленным Adobe Flash Player версии 10.3 и выше, Adobe Acrobat.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Учебная аудитория должна соответствовать требованиям пожарной безопасности и охраны труда по освещенности, количеству рабочих (посадочных) мест студентов и качеству учебной (аудиторной) доски, а также соответствовать условиям пожарной безопасности. Освещенность рабочих мест должна соответствовать действующим СНиПам.

Кабинеты оснащены следующим оборудованием, приборами и расходными материалами, обеспечивающими проведение предусмотренных учебным планом занятий по дисциплине:

- для проведения лекций и практических занятий: рабочее место студента со стулом, столом, рабочее место преподавателя со стулом, столом, доской, мелом или маркером.

- для выполнения текущего контроля успеваемости: рабочее место студента со стулом, столом, рабочее место преподавателя со стулом, столом.

- для проведения информационно - коммуникационных-интерактивных занятий (представления презентаций, графических материалов, видеоматериалов) требуется мультимедийное оборудование: проектор, компьютер, экран.

- для организации самостоятельной работы :рабочее место студента со стулом, столом, доступ в интернет.

Технические требования к оборудованию для осуществления учебного процесса с использованием дистанционных образовательных технологий:

колонки, наушники или встроенный динамик (для участия в аудиоконференции); микрофон или гарнитура (для участия в аудиоконференции);

- для ведущего: компьютер с процессором Intel Core 2 Duo от 2 ГГц (или аналог) и выше, от 2 Гб свободной оперативной памяти;

- для студента: компьютер с процессором Intel Core 2 Duo от 2 ГГц (или аналог) и выше, от 1 Гб свободной оперативной памяти.

Технические требования к каналам связи: от 128 кбит/сек исходящего потока; от 256 кбит/сек входящего потока. При использовании трансляции рабочего стола рекомендуется от 1 мбит/сек входящего потока (для студента). Нагрузка на канал для каждого участника вебинара зависит от используемых возможностей вебинара. Так, если в вебинаре планируется одновременно использовать 2 видеотрансляции в конференции и одну трансляцию рабочего стола, то для студента рекомендуется от 1.5 мбит/сек входящего потока.

## 9. Форма промежуточной аттестации:

Экзамен в 1 семестре.

## 10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

заведующий кафедрой, профессор,  
д.н. кафедры «Высшая математика и  
естественные науки»

Б.Г. Миронов

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЗИС РОАТ

Ю.А. Чистый

Заведующий кафедрой ВМЕН РОАТ

Б.Г. Миронов

Председатель учебно-методической  
комиссии

С.Н. Климов