

**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 бакалавриата  
по направлению подготовки  
27.03.04 Управление в технических системах,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Математические основы теории систем**

Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль): Системы, методы и средства цифровизации и управления

Форма обучения: Очная

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: 2053  
Подписал: заведующий кафедрой Баранов Леонид Аврамович  
Дата: 01.06.2024

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

Целью освоения учебной дисциплины «Математические основы теории систем» является изучение различных математических моделей непрерывных и дискретных сигналов, лежащих в основе проектирования систем управления и передачи информации.

Основной целью изучения дисциплины «Математические основы теории систем» является формирование у обучающегося компетенций для научно-исследовательской деятельности.

Дисциплина предназначена для получения знаний для решения следующих профессиональных задач:

Научно-исследовательская деятельность:

- участие в работах по организации и проведению экспериментов на действующих объектах по заданной методике;

- обработка результатов экспериментальных исследований с применением современных информационных технологий и технических средств

- проведение вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления.

А также задачами дисциплины являются:

- ознакомление с основами дискретной математики и теории спектров сигналов;

- освоение математического аппарата для решения задач дискретной математики и теории спектров сигналов.

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

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

**ОПК-2** - Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей);

**ОПК-3** - Способен использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности;

**ОПК-4** - Способен осуществлять оценку эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов;

**ПК-5** - Способен участвовать в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок.

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

**Знать:**

- математический аппарат для решения задачи управления в технических системах.

- задачи управления в технических системах вначале на содержательном уровне, формализует задачу управления в технических системах.

- методы математического описания систем, включая дифференциальные уравнения, системы линейных алгебраических уравнений, матричные методы;

- методы анализа устойчивости систем, включая критерии устойчивости (Рауса–Гурвица, Михайлова и др.);

**Уметь:**

- грамотно и обоснованно выбирать, и применять методы решения типовых задач управления в технических системах, используя знания, полученные в процессе обучения.

- использовать изученные знания, умения и навыки для разработки алгоритма решения задачи управления в технических системах.

- оценивать полученные результаты разработки систем управления путем их сравнения с существующими аналогами по типовым критериям эффективности.

- использовать численные методы для решения дифференциальных уравнений и анализа поведения систем;

**Владеть:**

- методикой выбора критериев качества управления в технических системах и оценки возможности их использования при решении задачи.

- навыками анализа научно-технической информации и результатов исследований в профессиональной области.

- навыками работы с математическим программным обеспечением (например, MATLAB, Maple, Mathematica) для решения задач теории систем;

- навыками построения и анализа математических моделей систем;

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 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 №4
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	80	80
В том числе:		
Занятия лекционного типа	48	48
Занятия семинарского типа	32	32

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 64 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	Алгебра логики и проектирование комбинационных схем Рассматриваемые вопросы: - Обобщенная схема передачи информации. - Переключательные схемы. - Алгебра высказываний. - Булевы функции одной и двух переменных. - Основные законы алгебры логики. - Технические аналоги булевых функций. - Таблицы состояний, карты Карно.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- Минимизация логических функций. - Синтез комбинационных схем.
2	Представление сигналов элементами метрических и линейных пространств Рассматриваемые вопросы: - Пространство сигналов. - Метрические пространства. - Метрики Евклида, Хэмминга.
3	Полнота метрического пространства. Рассматриваемые вопросы: Представление сигналов элементами линейных пространств.
4	Системы ортонормальных функций. Рассматриваемые вопросы: - Обобщенный ряд Фурье.
5	Спектральное представление сигналов Рассматриваемые вопросы: - Понятие о спектре. - Ряд Фурье и преобразование Фурье. - Теоремы о спектрах.
6	Спектры сигналов. Рассматриваемые вопросы: - Спектры одиночных сигналов. - Спектры периодических сигналов. - Спектры сингулярных сигналов.
7	Преобразование Фурье периодических сигналов. Рассматриваемые вопросы: - Применение теоремы о дифференцировании к вычислению спектров. - Связь между длительностью сигнала и шириной его спектра.
8	Временное представление сигналов. Рассматриваемые вопросы: - Понятие о временной дискретизации. - Теорема Котельникова - Погрешности представления реальных сигналов рядом Котельникова. - Понятие о модуляции. - Аналоговая и импульсная модуляции. - Амплитудная модуляция и ее виды. - Угловая модуляция и ее виды. - Сигналы при импульсной модуляции. - АИМ, ШИМ, ЧИМ и ФИМ.

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Функции алгебры логики. В результате выполнения работы студент умеет: строить таблицы истинности для произвольной логической функции и определять ее существенные переменные.
2	Таблицы состояний и технические аналоги булевых функций. В результате выполнения работы студент умеет: составлять таблицы состояний (переключений) для

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	типовых интегральных микросхем и идентифицировать технический аналог (ключ, повторитель, инвертор) по заданной булевой функции.
3	<b>Совершенные нормальные формы (СНФ).</b> В результате выполнения работы студент умеет: восстанавливать аналитическое выражение сложной логической функции по её таблице истинности в виде СДНФ или СКНФ.
4	<b>Минимизация логических функций.</b> В результате выполнения работы студент умеет: минимизировать логические функции (до 4-5 переменных) с использованием карт Карно и применять законы склеивания и поглощения для получения тупиковых форм.
5	<b>Проектирование комбинационных схем.</b> В результате выполнения работы студент умеет: разрабатывать принципиальные электрические схемы комбинационных устройств на основе минимизированных булевых выражений.
6	<b>Понятие метрики. Метрики Евклида и Хемминга.</b> В результате выполнения работы студент умеет: рассчитывать энергию сигнала в метрике Евклида и оценивать корректирующую способность кода с помощью метрики Хемминга (кодовое расстояние).
7	<b>Представление сигналов в линейных пространствах.</b> В результате выполнения работы студент умеет: вычислять коэффициенты разложения заданного сигнала по выбранному ортонормированному базису (например, функции Уолша) и восстанавливать сигнал по найденным коэффициентам.
8	<b>Преобразование Фурье.</b> В результате выполнения работы студент умеет: находить спектральную плотность непериодических сигналов (прямоугольный, экспоненциальный импульсы) с помощью интеграла Фурье.
9	<b>Спектры периодических сигналов.</b> В результате выполнения работы студент умеет: раскладывать периодический сигнал в ряд Фурье и строить его амплитудный и фазовый дискретные спектры.
10	<b>Спектры одиночных (непериодических) сигналов.</b> В результате выполнения работы студент умеет: анализировать влияние длительности и формы одиночного импульса на ширину его сплошного спектра.
11	<b>Спектры особых (обобщенных) сигналов.</b> В результате выполнения работы студент умеет: использовать свойства дельта-функции для нахождения спектральной плотности сигналов с разрывами и сингулярностями.
12	<b>Применение теорем о спектрах.</b> В результате выполнения работы студент умеет: применять теоремы о спектрах для упрощения анализа сигналов (нахождение спектра производной, спектра смещенного во времени сигнала).
13	<b>Теорема о дифференцировании для нахождения спектра.</b> В результате выполнения работы студент умеет: находить спектр треугольного или трапецеидального импульса, используя связь производной сигнала и его спектральной плотности.
14	<b>Временная дискретизация сигналов.</b> В результате выполнения работы студент умеет: выбирать минимально необходимую частоту дискретизации аналогового сигнала с ограниченным спектром для его однозначного восстановления.
15	<b>Непрерывные и импульсные виды модуляции.</b> В результате выполнения работы студент умеет: строить временные и спектральные диаграммы модулированных сигналов для заданного модулирующего сообщения; отличать вид импульсной модуляции по осциллограмме сигнала и описывать математическую модель АИМ-сигнала.
16	<b>Кодо-импульсная модуляция (КИМ).</b> В результате выполнения работы студент умеет: выполнять процедуру равномерного квантования

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	аналогового сигнала, рассчитывать ошибку (шум) квантования и представлять отсчеты в двоичном коде.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение дополнительной литературы.
2	Подготовка к практическим занятиям.
3	Выполнение курсовой работы.
4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

- Анализ устойчивости линейных систем управления.
- Методы решения дифференциальных уравнений в теории систем.
- Моделирование динамических систем с помощью систем дифференциальных уравнений.
- Исследование свойств передаточных функций в системах автоматического управления.
- Применение теории графов для анализа и синтеза систем управления.
- Методы оптимизации параметров систем управления на основе математических моделей.
- Анализ и синтез систем управления с помощью преобразования Лапласа.
- Исследование устойчивости нелинейных систем управления с использованием метода Ляпунова.
- Моделирование и анализ систем с обратной связью.
- Применение теории матриц в задачах управления и анализа систем.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Теория, системы и устройства передачи данных. Исследования сигналов систем передачи данных Владимиров С. А. Практикум Санкт-Петербургский	<a href="https://reader.lanbook.com/book/425972">https://reader.lanbook.com/book/425972</a>

	государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, - 55 с. , 2023	
2	Математические методы в теории радиотехнических систем. Частотные спектры импульсных сигналов Гуревич В. Э., Егоров С. Г. Учебно-методическое издание Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича. - 51 с. , 2023	<a href="https://reader.lanbook.com/book/381569">https://reader.lanbook.com/book/381569</a>

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

Официальный сайт РУТ (МИИТ) (<https://www.miit.ru/>).

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>).

Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.ru/>).

Общие информационные, справочные и поисковые системы «Консультант Плюс», «Гарант».

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

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

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

Microsoft Internet Explorer (или другой браузер).

Операционная система Microsoft Windows.

Microsoft Office.

Пакет прикладных программ MATLAB

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

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовая работа в 4 семестре.

Экзамен в 4 семестре.

## 10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

доцент, старший научный  
сотрудник, к.н. кафедры  
«Управление и защита  
информации»

С.С. Уваров

Согласовано:

Заведующий кафедрой УиЗИ

Л.А. Баранов

Председатель учебно-методической  
комиссии

С.В. Володин