

**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  
15.03.06 Мехатроника и робототехника,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем**

Направление подготовки: 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль): Автоматизация и роботизация  
технологических процессов

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: 610876  
Подписал: И.о. заведующего кафедрой Григорьев Павел  
Александрович  
Дата: 01.06.2024

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

Целями освоения дисциплины (модуля) являются:

- ознакомление с многообразием электронных устройств, с теорией и практикой их построения, изучение методов расчета и проектирования электронных устройств, моделирование и анализ работы электронного устройства, разработка технической документации.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- овладение навыками разработки электронных устройств мехатронных и робототехнических систем;

- формирование представлений у студентов о вариантах совершенствования электронных устройств мехатронных и робототехнических систем.

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

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

**ОПК-11** - Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем;

**ПК-3** - Способен разрабатывать электронные устройства мехатронных и робототехнических систем.

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

### **Знать:**

- знать электронные устройства мехатронных и робототехнических систем;

- алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием.

### **Уметь:**

- разрабатывать электронные устройства мехатронных и робототехнических систем;

- разрабатывать алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием.

**Владеть:**

- навыками разработки электронных устройств мехатронных и робототехнических систем;

- навыками применения алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем;

- навыками разработки цифровых алгоритмов и программ управления робототехнических систем.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 з.е. (108 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):	64	64
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
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 44 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>Обзор электронных устройств мехатронных и робототехнических систем.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обзор оборудования шкафов управления промышленных роботов;</li> <li>- назначение электронных устройств;</li> <li>- особенности проектирования электронных устройств.</li> </ul>
2	<p>Диоды.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выпрямительные диоды;</li> <li>- стабилитроны;</li> <li>- туннельные диоды;</li> <li>- обращенные диоды;</li> <li>- варикапы;</li> <li>- излучающие диоды;</li> <li>- оптоэлектронные полупроводниковые приборы (фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы, фототиристоры).</li> </ul>
3	<p>Транзисторы.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обзор транзисторов (биполярные, полевые, IGBT);</li> <li>- характеристики, переходные процессы, выбор и расчет транзисторов;</li> <li>- коэффициент усиления, входное и выходное сопротивление каскада;</li> <li>- режимы работы транзисторов.</li> </ul>
4	<p>Тиристоры.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принцип работы и характеристики тиристоров;</li> <li>- защита тиристоров;</li> <li>- оптоотиристоры.</li> </ul>
5	<p>Операционные усилители.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обзор операционных усилителей;</li> <li>- понятие обратной связи;</li> <li>- параметры операционных усилителей. Идеальные и реальные операционные усилители;</li> <li>- устройства на основе операционных усилителей с отрицательной обратной связью (инвертирующий усилитель, неинвертирующий усилитель, сумматор, интегратор, дифференциатор, избирательный усилитель);</li> <li>- расчет коэффициентов усиления и выходного напряжения;</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- фильтры на основе операционных усилителей. Частотные характеристики; - компараторы напряжений;</li> <li>- триггеры Шмитда;</li> <li>- генераторы электрических сигналов на операционных усилителях.</li> </ul>
6	<p>Схемы управления двигателями.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- управление силовыми транзисторами (принцип работы и построения H-мостов);</li> <li>- драйверы шаговых двигателей;</li> <li>- драйверы двигателями постоянного тока;</li> <li>- частотные преобразователи для асинхронными и синхронных двигателей переменного тока.</li> </ul>
7	<p>Микросхемы.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обзор и применение распространенные микросхем (драйверы, стабилизаторы напряжения, триггеры Шмитда, сдвиговые регистры, оптические развязки);</li> <li>- защиты каскадов схем;</li> <li>- основы проектирования электронного устройства.</li> </ul>
8	<p>Цифровые устройства.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- регистры;</li> <li>- счетчики.</li> </ul>
9	<p>Преобразование сигналов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ЦАП;</li> <li>- АЦП.</li> </ul>
10	<p>Преобразователи частоты.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы работы преобразователя частоты;</li> <li>- виды частотного управления;</li> <li>- выбор и подключение частотного преобразователя.</li> </ul>
11	<p>Разработка электронного устройства.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разработка принципиальных электрических схем;</li> <li>- моделирование и анализ электрических схем электронных устройств;</li> <li>- разработка печатных плат электронных устройств;</li> <li>- оформление технической документации.</li> </ul>
12	<p>Импульсные источники питания.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обобщенная структура импульсного источника питания систем управления;</li> <li>- особенности работы корректора коэффициента мощности.</li> </ul>
13	<p>Организация линий связи при управлении мехатронными модулями.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- варианты исполнения соединяющих линий передачи сигналов;</li> <li>- передающие оптические модули системы управления;</li> <li>- характеристики источников излучения передающих модулей.</li> </ul>

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Исследование характеристик полупроводниковых приборов. В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы исследования характеристик полупроводников приборов.
2	Исследование биполярных транзисторов. В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы исследования характеристик биполярных транзисторов.
3	Усилитель на транзисторе. В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы исследования характеристик усилителя на транзисторе.
4	Управление электроприводом. В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы проектирования и исследования характеристик электропривода.
5	Исследование операционного усилителя. В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы исследования характеристик операционного усилителя.
6	Исследование Н-моста. В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы исследования характеристик Н-моста.
7	Исследование выпрямителя. В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы исследования характеристик выпрямителя.
8	П- и Т-образные схемы замещения четырёхполюсников. В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы применения схем замещения.

### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Расчёт частотных характеристик линейной электрической цепи. В результате выполнения практического задания рассматриваются вопросы расчета электрической цепи.
2	Расчёт нелинейной электрической цепи переменного тока. В результате выполнения практического задания рассматриваются вопросы расчета электрических цепей.
3	Цепи с управляемыми источниками. В результате выполнения практического задания рассматриваются вопросы применения цепей с управляемыми источниками.
4	Разработка схемы управления силовой нагрузкой. В результате выполнения практического задания рассматриваются вопросы проектирования схем для управления силовой нагрузкой.
5	Проектирование и исследование фильтров. В результате выполнения практического задания рассматриваются вопросы проектирования схем фильтров.
6	Исследование трёхфазных электрических цепей переменного тока. В результате выполнения практического задания рассматриваются вопросы исследования трехфазных цепей.
7	Исследование аналоговых схем на операционных усилителях. В результате выполнения практического задания рассматриваются вопросы исследования схем на операционных усилителях.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
8	Исследование дискретных и цифровых схем. В результате выполнения практического задания рассматриваются вопросы исследования дискретных и цифровых схем.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение электронных материалов курса и учебной литературы
2	Текущая подготовка к лабораторным и практическим занятиям
3	Изучение дополнительной литературы
4	Выполнение курсовой работы.
5	Подготовка к промежуточной аттестации.
6	Подготовка к текущему контролю.

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

Вариант 1 Разработка усилителя низкой частоты на биполярных транзисторах (исходные данные по 10 вариантам)

Вариант 2 Разработка измерительного устройства на базе операционного усилителя (исходные данные по 10 вариантам)

Основные требования, которые предъявляются к усилителям: неискаженное усиление сигнала, стабильность параметров (коэффициента усиления) под действием внешних факторов, повторяемость при серийном производстве. Построение качественного и надежного усилителя сводится к минимизации зависимости характеристик самого усилителя от нестабильных параметров транзистора.

Цель курсовой работы – расчет усилительного каскада со стабильными и повторяемыми характеристиками, слабо зависящими от внешних факторов и разброса значений параметров биполярного транзистора.

Требуется обеспечить неискаженное прохождение сигнала с нижней частотой и коэффициентом нелинейных искажений, построить амплитудно-частотную характеристику схемы (или ее отдельных каскадов в случае многокаскадного усилителя) и вычислить полосу пропускания схемы.

Варианты заданий и исходные данные по вариантам.

Перечень графического материала по курсовой работе:

- схема электрическая принципиальная усилителя (ЭЗ) с перечнем элементов (ПЭЗ);
- чертеж печатной платы усилителя;

- сборочный чертеж печатной платы (СБ) с спецификацией;
- схема для моделирования, амплитудно-частотная характеристика усилителя, графики зависимости входного и выходного напряжения от времени (А).

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Лукинов, А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств : учебное пособие / А. П. Лукинов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-1166-5.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/210764">https://e.lanbook.com/book/210764</a> (дата обращения: 21.04.2023). - Текст: электронный.
2	Герман-Галкин, С. Г. Модельное проектирование мехатронных модулей SimInTech / С. Г. Герман-Галкин, Б. А. Карташов, С. Н. Литвинов ; под общей редакцией А. Н. Петухова. — Москва : ДМК Пресс, 2021. — 494 с.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/190723">https://e.lanbook.com/book/190723</a> (дата обращения: 21.04.2023). - Текст: электронный.
3	Карнаухов, Н. Ф. Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем : учебное пособие / Н. Ф. Карнаухов. — Ростов-на-Дону : Донской ГТУ, 2017. — 391 с. — ISBN 978-5-7890-1406-6.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/238226">https://e.lanbook.com/book/238226</a> (дата обращения: 21.04.2023). - Текст: электронный.
4	Гаштова, М. Е. Технология формирования систем автоматического управления типовыми технологическими процессами, средствами измерений, несложными мехатронными устройствами и системами / М. Е. Гаштова, М. А. Зулъкайдарова, Е. И. Мананкина. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 212 с. — ISBN 978-5-507-45346-7.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/265172">https://e.lanbook.com/book/265172</a> (дата обращения: 21.04.2023). - Текст: электронный.
5	Ткаченко, Ф. А. Электронные приборы и устройства : учебник / Ф. А. Ткаченко. — Минск : Новое знание, 2011. — 682 с. — ISBN 978-985-475-311-9.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/2922">https://e.lanbook.com/book/2922</a> (дата обращения: 21.04.2023). - Текст: электронный.
6	Кузнецов, Б. Ф. Электронные устройства робототехнических систем : учебное пособие / Б. Ф. Кузнецов, М. Ю. Бузунова. — Иркутск : Иркутский ГАУ, 2017. — 142 с.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/133403">https://e.lanbook.com/book/133403</a> (дата обращения: 21.04.2023). - Текст: электронный.
7	Рафиков, Р. А. Электронные цепи и сигналы. Аналоговые сигналы и устройства : учебное пособие / Р. А. Рафиков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 440 с. — ISBN 978-5-8114-2695-9.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/209978">https://e.lanbook.com/book/209978</a> (дата обращения: 21.04.2023). - Текст: электронный.
8	Рафиков, Р. А. Электронные сигналы и цепи.	URL:



<p>Цифровые сигналы и устройства : учебное пособие / Р. А. Рафиков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-2134-3.</p>	<p><a href="https://e.lanbook.com/book/212318">https://e.lanbook.com/book/212318</a> (дата обращения: 21.04.2023). - Текст: электронный.</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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 «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru/>)

«Гарант» (<http://www.garant.ru/>)

Главная книга (<https://glavkniga.ru/>)

Электронно-библиотечная система издательства (<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).

DesignSpark Electrical; KiCad; EasyEDA.

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

1. Рабочее место преподавателя с персональным компьютером, подключённым к сети INTERNET.

2. Программное обеспечение для создания электрических схем.

3. Специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой.

4. Специализированная аудитория для выполнения практических и лабораторных работ.

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, доцент, к.н. кафедры  
«Наземные транспортно-  
технологические средства»

А.В. Мишин

Согласовано:

и.о. заведующего кафедрой НТТС  
Председатель учебно-методической  
комиссии

П.А. Григорьев

С.В. Володин