

**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**

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: заведующий 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.

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Обзор электронных устройств мехатронных и робототехнических систем.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- обзор оборудования шкафов управления промышленных роботов;<br>- назначение электронных устройств;<br>- особенности проектирования электронных устройств.                                                                                                                                                                                                               |
| 2        | Диоды.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- выпрямительные диоды;<br>- стабилитроны;<br>- туннельные диоды;<br>- обращенные диоды;<br>- варикапы;<br>- излучающие диоды;<br>- оптоэлектронные полупроводниковые приборы (фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы, фототиристоры).                                                                                                                                                                                             |
| 3        | Транзисторы.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- обзор транзисторов (биполярные, полевые, IGBT);<br>- характеристики, переходные процессы, выбор и расчет транзисторов;<br>- коэффициент усиления, входное и выходное сопротивления каскада;<br>- режимы работы транзисторов.                                                                                                                                                                                                  |
| 4        | Тиристоры.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- принцип работы и характеристики тиристоров;<br>- защита тиристоров;<br>- оптоотиристоры.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 5        | Операционные усилители.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- обзор операционных усилителей;<br>- понятие обратной связи;<br>- параметры операционных усилителей. Идеальные и реальные операционные усилители;<br>- устройства на основе операционных усилителей с отрицательной обратной связью (инвертирующий усилитель, неинвертирующий усилитель, сумматор, интегратор, дифференциатор, избирательный усилитель);<br>- расчет коэффициентов усиления и выходного напряжения; |

| №<br>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

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

### Практические занятия

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

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

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| №<br>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:<br><a href="https://e.lanbook.com/book/210764">https://e.lanbook.com/book/210764</a><br>(дата обращения: 21.04.2023). -<br>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:<br><a href="https://e.lanbook.com/book/190723">https://e.lanbook.com/book/190723</a><br>(дата обращения: 21.04.2023). -<br>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:<br><a href="https://e.lanbook.com/book/238226">https://e.lanbook.com/book/238226</a><br>(дата обращения: 21.04.2023). -<br>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. Зулькайдарова, Е. И. Мананкина. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 212 с. — ISBN 978-5-507-45346-7. | URL:<br><a href="https://e.lanbook.com/book/265172">https://e.lanbook.com/book/265172</a><br>(дата обращения: 21.04.2023). -<br>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:<br><a href="https://e.lanbook.com/book/2922">https://e.lanbook.com/book/2922</a><br>(дата обращения: 21.04.2023). -<br>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:<br><a href="https://e.lanbook.com/book/133403">https://e.lanbook.com/book/133403</a><br>(дата обращения: 21.04.2023). -<br>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:<br><a href="https://e.lanbook.com/book/209978">https://e.lanbook.com/book/209978</a><br>(дата обращения: 21.04.2023). -<br>Текст: электронный. |



|   |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                     |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8 | Рафиков, Р. А. Электронные сигналы и цепи. Цифровые сигналы и устройства : учебное пособие / Р. А. Рафиков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-2134-3. | URL:<br><a href="https://e.lanbook.com/book/212318">https://e.lanbook.com/book/212318</a><br>(дата обращения: 21.04.2023). -<br>Текст: электронный. |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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:

Заведующий кафедрой НТТС

П.А. Григорьев

Председатель учебно-методической  
комиссии

С.В. Володин