

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Рябцов Владимир Васильевич  
Должность: Директор  
Дата подписания: 15.02.2022 11:57:41  
Уникальный программный ключ:  
937d0b737ee35db03895d495a275a8aac5224805

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Технологический институт-**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ТИ НИЯУ МИФИ)**

**КАФЕДРА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ**

ОДОБРЕНО  
Ученым советом ТИ НИЯУ МИФИ  
протокол № 5 от «31» августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Электронные устройства»**

Направление подготовки	27.03.04 Управление в технических системах
Профиль подготовки	Информационные технологии и аппаратные средства управления в технических системах
Квалификация (степень) выпускника	бакалавр
Форма обучения	очная

Форма обучения	6 сем
Трудоемкость, кред.	4
Объём учебных занятий в часах	144
- аудиторные занятия:	48
- лекций	16
- практических	16
- лабораторных	16
В форме практической подготовки	
- самостоятельная работа	60
Форма отчётности – экзамен	36

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Электронные устройства» направлена на получение профессиональных компетенций связанных с изучением назначения, принципов построения, свойств и особенностей работы типовых импульсных устройств, нелинейных и функциональных устройств и их технических характеристик. Получение необходимых знаний об анализе процессов в электронных нелинейных устройствах с учетом влияния дестабилизирующих факторов; формулирование инженерных требований к импульсным устройствам, обеспечивающих их надежную эксплуатацию; знакомство с методами построения сложных функциональных импульсных устройств на основе современных ИС.

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью преподавания дисциплины** является привить студентам знания и навыки, позволяющие технически грамотно проводить синтез принципиальных схем аналоговой аппаратуры, обоснованный выбор структуры и компонентов.

#### **Задачи дисциплины:**

Данная дисциплина обеспечивает изучение назначения, принципов построения, свойств и особенностей работы типовых импульсных устройств, нелинейных и функциональных устройств и их технических характеристик. Получение необходимых знаний об анализе процессов в электронных нелинейных устройствах с учетом влияния дестабилизирующих факторов; формулирование инженерных требований к импульсным устройствам, обеспечивающих их надежную эксплуатацию; знакомство с методами построения сложных функциональных импульсных устройств на основе современных ИС.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Данная учебная дисциплина входит в часть формируемую участниками образовательных отношений Учебного плана по направлению подготовки «Управление в технических системах» профиля подготовки бакалавров «Информационные технологии и аппаратные средства управления в технических системах».

Для изучения дисциплины необходимы знания и умения, сформированные у обучающихся в результате освоения следующих дисциплин: высшая математика, физика, электротехника, электронные приборы, электроника.

Входные компетенции учебной дисциплины:

Код компетенции	Компетенция
-----------------	-------------

ОПК-3	Способен использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности
ПК-3	Способен осуществлять сбор и анализ данных для расчета, производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления
ПК-1.1	Способен обеспечивать эксплуатацию и техническое обслуживание и ремонт систем управления и автоматизации на основе организации работ подчиненного персонала
ПК-1.3	Способен проводить разработку технического задания на разработку элементов систем автоматики и управления

Указанные связи и содержание дисциплины «Электронные устройства» дают обучающемуся системное представление о комплексе изучаемых дисциплин в соответствии ОС ВО НИЯУ МИФИ, что обеспечивает соответственный теоретический уровень и практическую направленность в системе обучения будущей деятельности бакалавра.

### **3. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс изучения дисциплины «Электронные устройства» направлен на формирование следующих компетенций:

<b>Код компетенции</b>	<b>Компетенция</b>
ОПК-1	Способен анализировать задачи управления в технических системах на основе приобретенных знаний
ОПК-3	Способен применять полученные знания, умения и навыки для решения типовых задач управления в технических системах
ОПК-6	Способен производить необходимые расчёты отдельных блоков и устройств систем контроля, автоматизации и управления, выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники при проектировании систем автоматизации и управления
ПК-6	Способностью производить расчёты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием

Индикаторами достижения компетенций являются:

Код компетенции	Код индикатора	Индикатор
ОПК-3	З-ОПК-3 У-ОПК-3 В-ОПК-3	Знать: устройство основных типовых технических средств автоматики и управления, аппаратные и программные средства систем управления Уметь: выполнять проект технического обеспечения систем управления на базе типовых программно-аппаратных комплексов Владеть: Навыками работы с современными аппаратными и программными средствами исследования и проектирования систем управления
ПК-3	З-ПК-3 У-ПК-3 В-ПК-3	Знать: принципы работы типовых программно-аппаратных комплексов и устройств Уметь: осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления Владеть: современными компьютерными Средствами автоматизации и управления для проведения проектно-конструкт
ПК-1.1	З-ПК-1.1 У-ПК-1.1 В-ПК-1.1	Знать: регламенты операций по эксплуатации Закрепленного оборудования систем управления и автоматизации Уметь: анализировать, составлять и корректировать функциональные, структурные и принципиальные электрические схемы систем управления и автоматизации Владеть: навыками по выявлению и устранению неисправностей и дефектов систем управления и автоматизации
ПК-1.3	З-ПК-1.3 У-ПК-1.3 В-ПК-1.3	Знать: правила проектирования элементов и сложных узлов электронной аппаратуры Уметь: проводить анализ нормативно-технической и технико-экономической документации по технологии изготовления изделий «система в корпусе» Владеть: навыками по оформлению технической и Технологической документации по технологии изготовления трассировки коммутационных плат изделий «система в корпусе»

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Код	Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих:	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
В18	Профессиональное воспитание	формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за

Код	Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих:	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
		развитие и профессиональные решения	свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.

Организация интерактивных мероприятий и реализация специализированных заданий с воспитательным и социальным акцентом:

- лабораторные работы – совместная деятельность малых групп студентов (до 3-х человек), которая дает всем обучающимся возможность участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения (в частности, умение активно слушать, вырабатывать общее мнение, разрешать возникающие разногласия).

Перечисленные мероприятия направлены на:

- выявление путей решения поставленных задач, поиск нестандартных решений, определения и расставления приоритетов в решении конструкторских задач;
- развитие навыков анализа различных сторон конструкторской деятельности направленной на получение экономически выгодных решений;
- формирование у студента ответственности за принятие решений;
- формирование у студентов трудовой мотивации и активной профессиональной позиции, личного трудолюбия;
- развитие творческих умений и навыков, формирование творческого профессионально-ориентированного мышления, необходимого для решения нестандартных задач.

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часов

№ П / П	РАЗДЕЛ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	СЕМЕСТР	НЕДЕЛЯ СЕМЕСТРА	ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ВКЛЮЧАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ СТУДЕНТОВ И ТРУДОЕМКОСТЬ (В ЧАСАХ)					Обязат. текущий контроль успеваемости (форма, неделя)	Аттестация раздела (форма, неделя)	Максимальный балл за раздел
				Лекции	практическая работа	лабораторные работы	Самостоятельная работа				

1	Функциональные устройства	6	1-15	12	16	12	30	КР-1(4 нед. – 6 б), КР-2 (14 нед. – 6 б), ЛР1 (7 нед. – 12 б), ЛР2 (9 нед. – 12 б), ЛР3 (11 нед. – 12 б)	КИ (12 нед.)	48
2	Электропитание систем управления	6	15-18	4		4	30	ЛР4 (13 нед. – 12 б)	КИ (17 нед.)	12
3	Экзамен									40
	ИТОГО:			16	16	16	60			100

## Наименование тем и содержание лекционных занятий

### Раздел 1.

#### **Тема 1. Электронные ключи**

Ключ на биполярном транзисторе. Статический режим. Нагрузочная способность, переключательная характеристика. Параллельное и последовательное соединение ключей. Переходные процессы в ключе на биполярном транзисторе. Помехоустойчивость ключей.

Ненасыщенные ключи с нелинейной ОС. Переключатели тока, статический режим, переходный процесс. Транзисторные ключи на полевых транзисторах. МДП-ключ с резисторной нагрузкой. МДП-ключ с динамической нагрузкой. Ключ на комплементарном МДП транзисторе. Переходные процессы в МДП-ключах. Ключ на полевом транзисторе с р-п переходом. Переключательные характеристики МДП-ключей. Силовые ключи. Особенности работы на емкостную и индуктивную нагрузки.

Оптоэлектронные ключи.

Аналоговые ключи, коммутаторы. Последовательные, параллельные ключи на биполярных и полевых транзисторах. Параметры интегральных схем коммутаторов. Коммутаторы на ОУ. Схемы выборки хранения. Применение аналоговых ключей и коммутаторов. Пиковые детекторы.

#### **Тема 2. Компараторы напряжения и таймеры**

Назначение, применение компараторов. Интегральные схемы компараторов (521СА1, 521СА2, 521СА3), их параметры. Особенности применения компараторов в импульсных устройствах. Быстродействие и переключательная характеристика. Таймеры, структура таймера типа КР1006ВИ1. Схема включения таймера.

#### **Тема 3. Формирователи и генераторы импульсов**

Триггер с эмиттерной связью (триггер Шмидта). Статический режим и передаточная характеристика на дискретных элементах. Триггер Шмидта, как формирователь прямоугольного напряжения.

Формирователи напряжения прямоугольной формы на ОУ. Инвертирующий и неинвертирующий триггеры Шмидта на ОУ.

Триггер Шмидта на логических элементах.

Ограничители амплитуды импульсов. Общие сведения. Диодные ограничители с последовательным и параллельным включением диода.

Ограничители на ОУ. Варианты схем ограничителей на ОУ. Использование стабилитронов и диодов в цепи ОС ОУ.

Фиксаторы уровня. Использование ограничителей для защиты РЭА от перенапряжения.

Релаксационные устройства. Назначение и режимы мультивибраторов. Симметричный мультивибратор на дискретных элементах. Переходные процессы в мультивибраторе. Период, длительность, скважность генерирующих импульсов. Варианты схем мультивибраторов.

Мультивибраторы на основе логических элементов. Анализ и переходные процессы. Мультивибраторы на основе ИС триггеров цифровых серий.

Генераторы на основе ОУ и КН. Типовые схемы включения. Переходные процессы и инженерные соотношения для расчета периода, длительности. Мультивибраторы на таймерах. Базовая схема включения таймера в режиме мультивибратора. Расчет периода, скважности. Регулирование периода, длительности и скважности. Варианты схем мультивибратора на таймерах.

Блокинг-генератор с трансформатором на ненасыщаемом сердечнике. Ждущие мультивибраторы. Ждущий мультивибратор с эмиттерной связью. Статический режим и переходные процессы.

Ждущие мультивибраторы на логических элементах. Интегральные схемы одновибраторов (типа 155АГ1, 155АГ3).

Ждущие мультивибраторы на таймерах. Типовые схемы включения таймера в режиме одновибратора. Особенности запуска. Ждущие мультивибраторы на ОУ и КН. Инвертирующее и неинвертирующее включения.

Формирователи коротких импульсов на логических элементах.

Генераторы линейно изменяющего напряжения (ГЛИН). Общая характеристика и параметры ГЛИН. ГЛИН с простой интегрирующей цепью. ГЛИН со стабилизатором тока и его временные диаграммы. ГЛИН с положительной ОС. ГЛИН с отрицательной ОС. ГЛИН на ОУ.

Генераторы треугольных колебаний. Принципы построения. Генераторы на транзисторах и ОУ. Генераторы на триггерах Шмидта и интеграторах.

#### ***Тема 4. Функциональные устройства***

Генераторы синусоидальных колебаний. Условия возникновения колебаний. Генераторы с мостом Вина. Стабилизация амплитуды и частоты. Генераторы на фазосдвигающих цепях и интеграторах.

Формирователи задержки импульсов. Схемы с использованием ГЛИН. Цифровые способы получения задержки большой длительности.

Амплитудные селекторы, Назначение и применение. Селекторы максимальной, минимальной амплитуды. Селекторы амплитуды в заданном диапазоне. Использование прецизионных интегральных компараторов в амплитудных селекторах. Двухпороговые дискриминаторы.

Селекторы импульсов. Временные селекторы импульсов. Селекторы на частоте следования импульсов. Селекция импульсов по длительности. Селекция импульсов максимальной, минимальной длительности.

Селекция импульсов в заданном диапазоне длительности.

Селекторы серии импульсов. Детектор пропадания импульсов.

Умножители частоты на схемах “исключающие или”, ждущих мультивибраторах, компараторах и таймерах.

Преобразователи напряжения-частота (ПНЧ). Основные структурные схемы ПНЧ. Практические схемы ПНЧ с применением ОУ и таймеров. Примеры применения ПНЧ. Преобразователи частоты-напряжения ПЧН. Интегральные схемы ПНЧ и ПЧН.

### ***Тема 5. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП) и цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП)***

Основные параметры АЦП. Типы АЦП: последовательного счета, параллельного кодирования, последовательного приближения.

Основные параметры ЦАП. Перемножающие ЦАПы. Применение ЦАП.

Раздел 2.

### ***Тема 6. Электропитание систем управления***

Классификация источников электропитания. Вторичные источники электропитания. Стабилизаторы напряжения непрерывного действия. Импульсные источники электропитания.

## **6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

***Традиционные занятия:*** лекции, лабораторные и практические занятия

***Активные и интерактивные формы проведения занятий.***

Занятия в интерактивной форме включают:

– лабораторные работы – совместная деятельность малых групп студентов (до 3-х человек), которая дает всем обучающимся возможность участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения (в частности, умение активно слушать, вырабатывать общее мнение, разрешать возникающие разногласия);

– на лекциях преподаватель проводит «лекции-беседы», «лекции-дискуссии» (8 часов), на которых студентам предлагается поразмыслить над тем или иным вопросом связанным с применением в конкретной ситуации

схемотехническим или просто техническим решением.

**Лекционные и практические занятия.** В начале каждой лекции методом «мозгового штурма» студентам предлагается повторить пройденный материал. На практических занятиях студентам предлагаются конкретные ситуации и задачи, для которых путем коллективного обсуждения требуется найти оптимальное решение.

**Самостоятельная работа студентов** подразумевает проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы, выполнение домашних заданий и оформление отчетов по лабораторным работам.

#### **Темы практических занятий**

1. Расчет переходных процессов в электронном ключе на биполярном транзисторе.
2. Расчет генераторов и формирователей импульсов на транзисторах и операционных усилителях
3. Переходные процессы в формирователях импульсов.

#### **Темы аудиторных контрольных работ**

1. Контрольная работа №1. Электронные ключи.
2. Контрольная работа №2. Формирователи импульсов.

#### **Темы лабораторных занятий**

1. Биполярный транзисторный ключ
2. Формирователи импульсных сигналов на основе операционных усилителей
3. Функциональные устройства на операционных усилителях.
4. Стабилизаторы напряжения.

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

В качестве промежуточной оценки успеваемости студентов используются контрольные работы по пройденным темам, проводится оценка результатов выполнения практических и лабораторных работ. Средства оценки представлены в соответствующем фонде оценочных средств по дисциплине «Электронные устройства».

## **8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

В конце шестого семестра проводится экзамен. На экзамене студенту предлагается ответить в устной форме на теоретические вопросы.

Критерии оценки приведены в соответствующем фонде оценочных средств по дисциплине «Электронные устройства».

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### ***Основная литература***

1. Максина Е.Л. Электроника [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.Л. Максина. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Научная книга, 2018. — 158 с. — 978-5-9758-1823-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/81069.html>

### ***Дополнительная***

1. Рогов И.Е. Конструирование источников питания звуковых усилителей [Электронный ресурс]/ Рогов И.Е.— Электрон. текстовые данные.— М.: Инфра-Инженерия, 2013.— 160 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13538>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
2. Хныков, А. В. Теория и расчет трансформаторов источников вторичного электропитания / А. В. Хныков. — Москва : СОЛОН-Пресс, 2016. — 125 с. — ISBN 5-98003-060-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/90370.html> (дата обращения: 22.11.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Кологривов В.А. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кологривов В.А.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.— 120 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13955>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

### ***Методические материалы***

1. Сивков С. И. Методическая разработка лабораторной работы “ Биполярный транзисторный ключ ”, ТИ НИЯУ МИФИ, 2018.

2. Сивков С. И. Методическая разработка лабораторной работы “Формирователи импульсных сигналов на основе операционных усилителей”, ТИ НИЯУ МИФИ, 2018.
3. Сивков С. И. Методическая разработка лабораторной работы “Функциональные устройства на операционных усилителях”, ТИ НИЯУ МИФИ, 2018.
4. Сивков С. И. Методическая разработка лабораторной работы “Стабилизаторы напряжения”, ТИ НИЯУ МИФИ, 2018.

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы:

проектор Nec + экран (настенный)

Компьютер: процессор IntelPentium 4; оперативная память 4GBDDR3; монитор ЖК Benq 19,5”, клавиатура, мышь

Каждый студент имеет свой логин и пароль для входа в Электронную информационно-образовательную среду ТИ НИЯУ МИФИ (<http://stud.mephi3.ru/>)

Каждый студент имеет доступ к электронно-библиотечной системе IPRbooks.

---

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах».

Автор: С.И. Сивков, к.т.н.