

Документ подписан простыми электронными подписями  
Информация о владельце:  
ФИО: Степанов Павел Иванович  
Должность: Руководитель НТИ НИЯУ МИФИ  
Дата подписания: 25.02.2023  
Уникальный программный ключ:  
8c65c591e26b2d8e460927740cf752622aa7b395

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Новоуральский технологический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

УТВЕРЖДЕНА

Ученым советом НТИ НИЯУ МИФИ

Протокол №3 от 24.04.2023 г.

Рабочая программа учебной дисциплины

«Цифровая схемотехника»

Направление подготовки (специальность)	11.03.04 Электроника и наноэлектроника
Профиль подготовки (специализация)	Промышленная электроника
Квалификация (степень) выпускника	Бакалавр
Форма обучения	Очная

г. Новоуральск, 2022

Семестр	7
Трудоемкость, ЗЕТ	4 ЗЕТ
Трудоемкость, ч.	144 ч.
Аудиторные занятия, в т.ч.:	72 ч.
- лекции	18 ч.
- практические занятия	36 ч.
- лабораторные занятия	18 ч.
- курсовой проект (работа)	
Самостоятельная работа	36 ч.
Занятия в интерактивной форме	18 ч.
Форма итогового контроля	экзамен

Рабочую программу составил доцент кафедры «Промышленной электроники» Манькинн А.Н., к.т.н., доцент.

## Содержание

1. Цели и задачи освоения дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
3. Компетенции студента, формируемые в результате освоения учебной дисциплины/ожидаемые результаты образования и компетенции студента по завершении освоения программы дисциплины .....	5
4. Структура и содержание дисциплины .....	7
4.1 Структура дисциплины .....	7
4.3 Содержание лекционно-практических форм обучения .....	8
4.3.1. Лекции: .....	8
4.3.2. Практические занятия: .....	8
4.4. Лабораторные работы: .....	9
4.5 Расчетные задания .....	9
5. Образовательные технологии .....	10
5.1 Самостоятельная работа.....	10
5.1.1 Промежуточный контроль успеваемости.....	10
5.1.1. Подготовка к тестам.....	10
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины .....	10
6.1 Оценочные средства для аттестации по итогам освоения дисциплины .....	10
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	11
7.1. Литература: .....	11
7.2. Дополнительная литература.....	11
7.3 Дополнительные учебно-методические материалы.....	11
7.3 Интернет-ресурсы.....	11
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	11

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Рабочая программа составлена в соответствии с Образовательным стандартом высшего образования Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», (квалификация (степень) «академический бакалавр»), утвержденный **Ученым советом** университета и **рабочим учебным планом** (РУП) по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», профиль "Промышленная электроника", протокол № 13/06 от 07.11.2013 г.

**Целью дисциплины является** изучение принципов проектирования и решения типовых задач анализа и синтеза цифровых и цифро-аналоговых электронных устройств.

В процессе освоения данной дисциплины студент способен и готов:

- самостоятельно работать, принимать решения в рамках своей профессиональной компетенции;
- анализировать различного рода рассуждения, публично выступать, аргументировано вести дискуссию и полемику;
- способностью владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером;
- способностью работать с информацией в глобальных компьютерных сетях;
- способностью осуществлять анализ исходных данных для расчета и синтеза цифровых электронных устройств.

**Задачами дисциплины являются:**

- познакомить обучающихся с подходами и принципами проектирования основных типовых узлов цифровой схемотехники;
- дать информацию об особенностях современной элементной базы цифровых устройств;
- научить принимать и обосновывать конкретные технические решения при конструировании узлов и устройств цифровой техники; использовать средства вычислительной техники при моделировании и изучении процессов в разработанных схемах.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина "Цифровая схемотехника" входит в состав цикла дисциплин по направлению подготовки ВПО 11.03.04 "Электроника и наноэлектроника" профиля подготовки бакалавров "Промышленная электроника". Изучение дисциплины рекомендовано примерным РУП осуществлять в седьмом семестре 4 курса.

Предшествующий уровень образования – незаконченное высшее образование: 1,2,3 курсы вуза (НТИ НИЯУ "МИФИ").

Для успешного освоения курса и формирования и развития необходимых профессиональных компетенций будущего бакалавра у студента при получении предшествующего образования должны быть сформированы компетенции в результате изучения следующих дисциплин:

- Математика
- Физика
- Физические основы электроники

Знания, полученные при освоении дисциплины, необходимы для выполнения бакалаврской выпускной квалификационной работы.

### 3. Компетенции студента, формируемые в результате освоения учебной дисциплины/ожидаемые результаты образования и компетенции студента по завершении освоения программы дисциплины

В результате освоения студентом курса "Цифровая схемотехника" должны быть сформированы научно-исследовательские и проектно-конструкторские компетенции, необходимые для успешного выполнения всех видов профессиональной деятельности бакалавра профиля "Промышленная электроника" проектно-конструкторской;

Таблица 1 Компетенции, реализуемые при изучении дисциплины

<p>УКЕ-1 Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования,</p>	<p>З-УКЕ-1 знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования          У-УКЕ-1 уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи          В-УКЕ-1 владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами</p>
---	--

<p>ПК-5 Способен выполнять расчет и проектирование отдельных узлов или элементов электронных приборов, схем и устройств определенного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования</p>	<p>З-ПК-5 Знание теоретических основ конструирования приборов электроники и наноэлектроники          У-ПК-5 Умение применять средства автоматизации проектирования отдельных узлов и элементов          В-ПК-5 Владение методами конструирования и проектирования узлов и элементов схем аналоговой и цифровой электроники</p>	<p>Профессиональный стандарт «29.015. Специалист по конструированию радиоэлектронных средств»</p>	<p>А/01.5. Конструирование Блоков с низкой плотностью компоновки элементов</p>
<p>Воспитательный потенциал обучения проявляется в формировании следующих компетенций:</p>			

<p>- Формирование ответственности и аккуратности в работе с опасными веществами и при требованиях к нормам безопасности жизнедеятельности в отраслях промышленной электроники (B28)</p> <p>- Формирование коммуникативных навыков в области разработки и производства устройств с полупроводниковыми компонентами (B29)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала профильной дисциплины «Учебно-исследовательская работа» и иных профильных дисциплин профессионального модуля для:</p> <p>- формирования навыков безусловного выполнения всех норм безопасности на рабочем месте, соблюдении мер предосторожности при выполнении исследовательских и производственных задач с опасными веществами и на оборудовании предприятий отраслевой промышленности посредством привлечения действующих специалистов к реализации учебных дисциплин и сопровождению проводимых у студентов практических работ в этих организациях, через выполнение студентами практических и лабораторных работ, в том числе с использованием измерительного и технологического оборудования на кафедрах, в лабораториях НТИ НИЯУ МИФИ;</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин Общепрофессионального и профессионального модуля, для:</p> <p>- формирования профессиональной коммуникации в научной</p>	<p>1.Организация научно-практических конференций, круглых столов, встреч с выдающимися учеными и ведущими специалистами отраслей по вопросам тенденций и основных направлений развития полупроводниковой промышленности, научных исследований в области промышленной электроники.</p> <p>2. Участие в студенческих олимпиадах и конкурсах научных проектов, творческих мероприятиях, конкурсах профессионального мастерства, в том числе по стандартам WorldSkills.</p> <p>3. Участие в подготовке научных публикаций.</p>
---	---	--

	<p>среде;  - формирования  разностороннего мышления  и тренировки готовности к  работе в профессиональной  и социальной средах</p>	
--	--	--

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны демонстрировать следующие результаты образования:

**Знать:**

- основные источники и способы получения научно-технической информации по цифровой схемотехнике;
- основы теории сигналов и цифровой схемотехники;
- особенности элементной базы цифровой схемотехники, классификацию, маркировку, основные характеристики;
- источники научно-технической информации (журналы, сайты Интернет) по методам проектирования и конструирования узлов цифровой схемотехники.

**Уметь:**

- самостоятельно разбираться в основных методиках проектирования, оптимизации и расчета цифровых электронных схем; применять их для решения поставленной задачи;
- использовать при необходимости программы моделирования электронных схем;
- осуществлять поиск, анализировать научно-техническую информацию и объективно выбирать структуру проектируемого узла;
- обоснованно выбирать радиотехнические компоненты и конструкционные материалы для изготовления основных узлов цифровых электронных устройств в зависимости от требований задания;

**Владеть:**

- навыками дискуссии по профессиональной тематике;
- основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации с использованием компьютера;
- профессиональной терминологией в области цифровой электроники и вычислительной техники;
- информацией о технических и конструктивных особенностях применяемой элементной базы для использования при проектировании цифровых электронных устройств;
- навыками практического применения полученной информации при проектировании узлов цифровых электронных устройств.

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часов.

№ П/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по разделам)
				лк	пр	лаб	сам.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Цифровые сигналы. Основные теоремы и законы алгебры логики. Запись логических операций с помощью булевых выражений.	16	7	2	4		5	
2	Конструирование логических схем на основе булевых выражений. Карты Карно.	18	7	2	6		5	2 неделя - тестовая работа
3	Классификация логических элементов. Схемотехника логических элементов: ТТЛ и КМОП	18	7	2	6		5	4 неделя - тестовая работа
4	Классификация триггеров. RS-триггер. Динамический D-триггер. Универсальный JK-триггер.	15	7	2	4	4	3	6 неделя - тестовая работа
5	Цифровые счетчики. Асинхронный, синхронный, реверсивный двоичные счетчики. Асинхронный двоично-десятичный счетчик.	15	7	2	4	4	3	8 неделя - тестовая работа
6	Регистры: параллельный и последовательный. Реверсивный регистр сдвига.	13	7	2	2	4	3	10 неделя - тестовая работа
7	Шифраторы. Дешифраторы. Принцип мультиплексирования.	13	7	2	2	4	3	12 неделя - тестовая работа
8	Кольцевые счётчики. Распределители импульсов.	11	7	2	4		3	14 неделя - тестовая работа
9	Цифровые индикаторы и особенности их применения. Проектирование дешифратора для 7-и сегментного светодиодного индикатора. Динамическая индикация.	13	7	2	4	2	3	16 неделя - тестовая работа
	Экзамен	12	7				3	18 неделя - тестовая работа
	Контроль	36						
	Итого:	144		18	36	18	36	

## 4.2. Содержание лекционно-практических форм обучения

### 4.2.1. Лекции

#### 1. Цифровые сигналы

Системы счисления, используемые в цифровой технике. Представление информации в различных системах счисления. Способы записи логических операций. Основные теоремы и законы алгебры логики. Запись логических операций с помощью булевых выражений. Дизъюнктивно нормальная (ДНФ) и конъюнктивно нормальная (КНФ) формы записи логических операций. Конструирование логических схем на основе булевых выражений. Карты Карно. Упрощение булевых выражений с использованием карт Карно.

#### 2. Классификация логических элементов

Основные статические и динамические параметры логических элементов. Диодно-транзисторная логика (ДТЛ). Транзисторно-транзисторная логика (ТТЛ). Особенности логических элементов транзисторно-транзисторной логики. Инверторы, используемые при проектировании ЛЭ. Элементы ТТЛ с повышенным быстродействием, элементы с пониженной потребляемой мощностью. Перспективы совершенствования ЛЭ. Логические элементы на полевых структурах (КМОП-логика). Особенности схемотехники и основные характеристики. Специальные логические элементы (элементы индикации, элементы с повышенной нагрузочной способностью, трехстабильные ЛЭ)

#### 3. Триггеры

Триггер на дискретных элементах. Методика расчёта триггера на дискретных элементах. Классификация триггеров. *RS*-триггер. Функционирование тактируемого *RS*-триггера. *D*-триггер и его функционирование. Динамический *D*-триггер. *MS*-схема.

Функционирование динамического счетного триггера. Универсальный *JK*-триггер и его функционирование. Реализации на его основе триггеров других типов и цифровых схем.

#### 4. Цифровые счетчики

Основные понятия и определения. Асинхронный двоичный счетчик, его работа и особенности. Синхронный двоичный счетчик и его особенности. Реверсивный двоичный счетчик. Асинхронный двоично-десятичный счетчик.

#### 5. Регистры

Регистры: параллельный и последовательный. Реверсивный регистр сдвига. Последовательно-параллельный регистр. Применение регистров. Кольцевые счетчики. Шифраторы. Дешифраторы. Проектирование неполного (десятичного) дешифратора. Принцип мультиплексирования. Мультиплексор со стробированием. Демультимплексор со стробированием. Распределитель импульсов, возможные способы построения.

#### 6. Индикации состояния

Индикаторы состояния. Основные типы цифровых индикаторов и особенности их применения. Особенности выбора индикаторов при проектировании ЭУ. Проектирование дешифратора для 7-и сегментного светодиодного индикатора. Принцип динамической индикации.

### 4.2.2. Практические занятия

На практических занятиях рассматриваются решения типовых задач синтеза узлов цифровых и цифро-аналоговых электронных устройств.

Основные темы практических занятий:

1. Упрощение булевых выражений с использованием основных теорем и законов алгебры логики и с использованием карт Карно.

2. Конструирование логических схем на основе заданных булевых выражений с использованием элементов основного и расширенного базиса.

3. Особенности проектирования недвоичных счетчиков с заданными параметрами. Моделирование работы различных недвоичных счётчиков.

4. Генераторы релаксационного типа на основе ЛЭ. Кварцевый генератор.

5. Индикация в цифровых электронных устройствах. Критерии выбора индикаторов при проектировании электронных устройств.

6. Принцип динамической индикации, разработка и моделирование работы схемы.

7. Канал для одновременной передачи напряжения питания, синхроимпульсов и информации по одному кабелю.

#### 4.3. Лабораторные работы

№1 «Логические элементы транзисторно-транзисторной логики».

№2 «Логические элементы КМОП логики».

№3 «Триггеры, счётчики и регистры».

№4 «Функциональные элементы цифровой техники».

#### 4.4. Расчетные задания

Курс предусматривает одну расчётную работу. Первая часть индивидуального задания посвящена упрощению заданного сложного логического выражения с использованием карт Карно и проектированию двух принципиальных схем по полученному упрощённому выражению:

а) с использованием любых типов логических элементов расширенного базиса

б) только с использованием логики типа «2И-НЕ». После выполнения теоретической части производится практическая проверка полученных результатов на тренажере в часы плановых лабораторных занятий.

Вторая часть задания посвящена закреплению навыков взаимного перевода чисел, представленных в различных системах счисления (десятичной, двоичной, шестнадцатеричной).

Примеры типового расчётного задания:

1) Для приведенного логического выражения:

$$Y = \overline{ABCD} + \overline{ABCD} + \overline{ABCD} + \overline{ABCD} + ABCD + \overline{ABCD} + \overline{ABCD} + AC$$

а) Составить таблицу истинности;

б) Упростить с использованием карт Карно;

в) Сконструировать схему на логических элементах расширенного базиса.

г) Сконструировать схему только на логических элементах «2И-НЕ».

2) Представить в двоичном коде число  $2010_{10}$ .

3) Записать в десятичном коде число  $BBC_{16}$ .

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины «Цифровая схемотехника» используются различные образовательные технологии. Аудиторные занятия (72 часа) проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ. Для контроля усвоения студентами разделов данного курса применяются тестовые технологии: на кафедре формируется специальный банк КИМ в электронном формате.

Самостоятельная работа студентов (72 часов) подразумевает под собой рассмотрение учебного лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы для подготовки к тестам, контрольным работам, к практическим занятиям, выполнению домашних заданий, выполнению лабораторных работ. Виды самостоятельной работы и их трудоемкость подробнее описаны в п. 5.1.1.

Для повышения уровня знаний студентов по курсу «Цифровая схемотехника» в течение семестра организуются консультации преподавателей (согласно графику консультаций кафедры промышленной электроники на осенний семестр). Во время консультационных занятий:

- проводится объяснение непонятных для студентов разделов теоретического курса;
- разъясняются алгоритмы решения задач индивидуальных домашних заданий;
- принимаются задолженности по тестовым и контрольным работам;

### 5.1 Самостоятельная работа – 36 часов

#### 5.1.1 Промежуточный контроль успеваемости

##### 5.1.1.1 Подготовка к тестам

Сроки проведения аудиторных контрольных мероприятий указаны в календарном плане курса.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 6.1 Оценочные средства для аттестации по итогам освоения дисциплины

Итоговый контроль по окончании освоения дисциплины «Цифровая схемотехника» проводится в форме экзамена.

*Критерии для получения допуска к экзамену:*

- посещение не менее 85% лекционных занятий с предоставлением конспекта материала лекций по темам пропущенных занятий;
- успешное выполнение тестовых заданий Т1-Т10 (не менее 85% правильных ответов в связи с небольшим количеством вопросов);
- правильное выполнение домашнего задания ДЗ;
- защита лабораторных работ.

Если студент в течение семестра пропускает более 20 % аудиторных занятий без уважительной причины, то он допускается к экзамену после сдачи всех контрольных заданий и выполнении дополнительной контрольной (тестовой) работы (написание работы проводится во время консультационных занятий).

В течение осенней сессии студенты 4 курса сдают экзамен в устной форме. Варианты вопросов приводятся в УМК дисциплины. Билет включает в себя два теоретических вопроса по различным разделам.

Если студент показал знание основных понятий цифровой схемотехники, продемонстрировал приобретенные навыки, он получает положительную оценку

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Литература:

1. Гутников В.С. Интегральная электроника в измерительных приборах.-Энергоиздат, 1986.-289с.
2. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника, СПб.: «БХВ-Санкт-Петербург», 2001.
3. Волович Г.И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств. М., Издательский дом Додэка-XXI, 2005, –528 с.

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Шилов В.Л. Линейные интегральные схемы в радиоэлектронной аппаратуре.- М.:Советское радио,1979.-368с.

### 7.3 Дополнительные учебно-методические материалы

1. Зиновьев Г.С. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу "Микроэлектроника".-Новоуральск, НГТИ, 2003.-28с.
2. Манькин А.Н. Микроэлектроника (Часть 1). Учебное пособие по курсу "Микроэлектроника".-Новоуральск, НТИ НИЯУ МИФИ, 2012.-40с.

### 7.4 Интернет-ресурсы

- 7.4.1 <http://www.informika.ru/projects/infotech/window/> - Федеральный портал "Единое окно доступа к образовательным ресурсам", полнотекстовая библиотека.
- 7.4.2 <http://www.twirpx.com/> - сайт «Все для студента»
- 7.4.3 <http://www.elibrary.ru>
- 7.4.4 ЭБС IQLib. ru
- 7.4.5 <http://www.nsti.ru>
- 7.4.6 [studentbank.ru](http://studentbank.ru)
- 7.4.7 [window.edu.ru](http://window.edu.ru)

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Специализированная учебная лаборатория, макеты лабораторных работ, демонстрационные приборы.

Дополнения и изменения в рабочей программе

на 201\_\_/201\_\_уч. год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПЭ

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Зав. Кафедрой к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ Г.С. Зиновьев