



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

Целью освоения учебной дисциплины «Цифровая электроника» является формирование у обучающихся компетенций в соответствии с требованиями самостоятельно утвержденного образовательного стандарта высшего образования (СУОС) по направлению подготовки бакалавриата «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Задачи дисциплины являются:

- изучение теоретических основ цифровой электроники, принципов организации и функционирования цифровых устройств комбинационного и последовательного типов;
- приобретение навыков их построения и моделирования процесса их функционирования.

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

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

**ПК-11** - Способен осуществлять производство, внедрение и эксплуатацию радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем различного назначения.

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

**Знать:**

- основные понятия, операции и законы математической логики;
- основные логические элементы и устройства цифровой электроники.

**Уметь:**

- составлять таблицы истинности логических формул и приводить их к нормальным формам;
- использовать методы математической логики для решения задач синтеза, анализа и минимизации электронных схем.

**Владеть:**

- основными понятиями цифровой электроники;
- системой специальных обозначений, используемых при составлении схем цифровых устройств.

### 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 №3
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	48	48
В том числе:		
Занятия лекционного типа	16	16
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 60 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	Математическая логика Рассматриваемые вопросы: - системы счисления, используемые в цифровой электронике; - десятичная и двоичная система счисления; - основание системы, вес разряда; - преобразование записи чисел в различных системах счисления; - основные понятия и законы математической логики.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
2	<p><b>Алгебра высказываний</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- описание логических схем с помощью функций алгебры логики;</li> <li>- основные определения алгебры логики;</li> <li>- элементарные функции алгебры логики;</li> <li>- построение таблицы истинности по булевой функции;</li> <li>- минимизация функций алгебры логики с помощью карты Карно (диаграммы Вейча);</li> <li>- нормальные формы алгебры высказываний.</li> </ul>
3	<p><b>Раздел 3. Логика в цифровой электронике</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- логические элементы цифровой электроники;</li> <li>- операционный усилитель, его свойства и характеристики;</li> <li>- организация ЦАП и АЦП с помощью операционных усилителей;</li> <li>- ЦАП с двоично-взвешенными резисторами;</li> <li>- ЦАП с резистивной R-2R матрицей.</li> </ul>
4	<p><b>Этапы системного анализа цифровых устройств</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализ и синтез цифровых устройств;</li> <li>- полусумматор. Полный сумматор. Параллельный сумматор;</li> <li>- последовательный сумматор;</li> <li>- полувычитатель;</li> <li>- полный вычитатель;</li> <li>- циклический перенос;</li> <li>- сумматор-вычитатель.</li> </ul>
5	<p><b>Устройства цифровой электроники</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные устройства цифровой электроники;</li> <li>- триггер Синхронный и асинхронный триггеры;</li> <li>- анализ работы триггеров различных типов: RS-триггер, D-триггер, JK-триггер. Счетный триггер.</li> </ul> <p>Двоичный счетчик. Счетчик с последовательным переключением разрядов.</p>
6	<p><b>Микропроцессоры и микропроцессорные системы</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- микропроцессорные системы.</li> </ul>

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	<p><b>Ознакомление с САПР Vivado</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- план работы;</li> <li>- описание схемы;</li> <li>- создание проекта в САПР Vivado при помощи IDE;</li> <li>- анализ исходного кода;</li> <li>- моделирование схемы в Vivado Simulator;</li> <li>- синтез схемы;</li> </ul>

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- имплементация схемы;</li> <li>- временной анализ;</li> <li>- работа с отладочной платой;</li> <li>- задания на лабораторную работу;</li> <li>- содержание отчета.</li> </ul>
2	<p><b>Базовые последовательные устройства</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Введение;</li> <li>- RS-защелка;</li> <li>- D-защелка;</li> <li>- D-триггер;</li> <li>- Порядок выполнения работы;</li> <li>- Описание блоков на вентильном уровне;</li> <li>- Тестирование модуля.</li> </ul>
3	<p><b>Мультиплексоры и демультимплексоры</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Введение</li> <li>- Мультиплексоры</li> <li>- Демультимплексоры</li> <li>- Порядок выполнения работы</li> <li>- Описание мультиплексора 2-в-1 при помощи оператора assign</li> <li>- Описание мультиплексора 2-в-1 другими способами</li> <li>- Изучение реализаций мультиплексоров</li> <li>- Мультиплексор 2-в-1 для двухбитных сигналов</li> <li>- Задание по варианту</li> <li>- Иерархический подход</li> <li>- Исследование паразитной защелки</li> <li>- Демультимплексор</li> </ul> <p>Методика решения приведена в методических указаниях по лабораторному практикуму.</p>
4	<p><b>Шифраторы и дешифраторы</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Введение</li> <li>- Дешифраторы</li> <li>- Шифраторы</li> <li>- Порядок выполнения работы</li> <li>- Изучение неприоритетного шифратора: оператор assign</li> <li>- Изучение неприоритетного шифратора: оператор if</li> <li>- Изучение неприоритетного шифратора: оператор case</li> <li>- Изучение приоритетного шифратора</li> <li>- Изучение дешифратора: оператор case</li> <li>- Изучение дешифратора: оператор сдвига</li> <li>- Изучение дешифратора: оператор assign</li> <li>- Изучение параметризованного дешифратора</li> </ul> <p>Методика решения приведена в методических указаниях по лабораторному практикуму.</p>
5	<p><b>Описание памяти</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Введение</li> <li>- Регистры</li> <li>- Память с произвольным доступом</li> <li>- Постоянное запоминающее устройство</li> <li>- Порядок выполнения работы</li> </ul>

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Изучение регистров</li> <li>- Изучение ПЗУ</li> <li>- Изучение однопортовой памяти ОЗУ</li> <li>- Изучение однопортовой памяти с параметризацией</li> <li>- Синтез однопортового ПЗУ</li> </ul>
6	<p><b>Конечные автоматы</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Введение</li> <li>- Виды и особенности конечных автоматов</li> <li>- Способы представления конечного автомата</li> <li>- Структура конечного автомата</li> <li>- Методы кодирования состояний</li> <li>- Описание конечного автомата</li> <li>- Порядок выполнения работы</li> <li>- Конечный автомата Мура</li> <li>- Конечный автомата Мура с регистровым выходом</li> <li>- Конечный автомата Мили с регистровым выходом</li> <li>- Разработка конечного автомата</li> <li>- Пример использования конечного автомата</li> </ul> <p>Методика решения приведена в методических указаниях по лабораторному практикуму.</p>
7	<p><b>Описание сумматоров, компараторов, АЛУ</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Введение</li> <li>- Сумматоры</li> <li>- Полусумматор</li> <li>- Полный сумматор</li> <li>- Четырехбитный каскадный сумматор</li> <li>- Компаратор</li> <li>- Арифметико-логическое устройство</li> <li>- Порядок выполнения работы</li> <li>- Описание простого сумматора</li> <li>- Сравнение имплементации сумматоров с разной разрядностью</li> <li>- Описание компаратора</li> <li>- Описание арифметико-логического устройства</li> <li>- Структурное описание арифметико-логического устройства</li> <li>- Описание полусумматора</li> <li>- Описание полного сумматора</li> <li>- Описание каскадного сумматора</li> <li>- Описание каскадного сумматора при помощи generate</li> </ul> <p>Методика решения приведена в методических указаниях по лабораторному практикуму.</p>
8	<p><b>Проектирование логических вентиляей</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Правила проектирования КМДП схем</li> <li>- Интерфейс программы Microwind 2</li> <li>- Расчет параметров транзисторов</li> <li>- Проектирование топологии инвертора</li> <li>- Проектирование топологии логического вентиля</li> </ul>

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Преобразование логических выражений Рассматриваемые вопросы: - Преобразование логических выражений в соответствии с основными тождествами и законами алгебры логики
2	Логические функции Рассматриваемые вопросы: - Минимизация логических функций
3	Комбинационные устройства Рассматриваемые вопросы: - Исследование работы комбинационных цифровых устройств
4	Последовательные цифровые устройства Рассматриваемые вопросы: - Исследование работы последовательных цифровых устройств

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

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

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

Курсовая работа по дисциплине «Цифровая электроника» - это комплексная самостоятельная работа обучающегося. Темой курсового проекта является «Разработка цифрового управляющего устройства». Исходные данные выбираются в соответствии с вариантом:

##### Вариант №1

1. Тип ПСУ – синхронный с параллельным переносом
2. Модуль счета – 6
3. Последовательность смены состояний – 12, 4, 5, 10, 3, 11
4. Тип триггеров, заданных для реализации – JK 7476
5. Индикация выходных состояний – цифровая (шестнадцатеричный код)

##### Вариант №2

1. Тип ПСУ – синхронный с параллельным переносом
2. Модуль счета – 6

3. Последовательность смены состояний – 5, 3, 7, 12, 4, 10
4. Тип триггеров, заданных для реализации – JK 7476
5. Индикация выходных состояний – цифровая (шестнадцатеричный код)

Вариант №3

1. Тип ПСУ – синхронный с параллельным переносом
2. Модуль счета – 6
3. Последовательность смены состояний – 2, 1, 8, 10, 4, 7
4. Тип триггеров, заданных для реализации – JK 7476
5. Индикация выходных состояний – цифровая (шестнадцатеричный код)

Вариант №4

1. Тип ПСУ – синхронный с параллельным переносом
2. Модуль счета – 6
3. Последовательность смены состояний – 5, 4, 7, 6, 12, 9
4. Тип триггеров, заданных для реализации – JK 7476
5. Индикация выходных состояний – цифровая (шестнадцатеричный код)

Вариант №5

1. Тип ПСУ – синхронный с параллельным переносом
2. Модуль счета – 6
3. Последовательность смены состояний – 7, 3, 5, 12, 4, 11
4. Тип триггеров, заданных для реализации – JK 7476
5. Индикация выходных состояний – цифровая (шестнадцатеричный код)

Вариант №6

1. Тип ПСУ – синхронный с параллельным переносом
2. Модуль счета – 6
3. Последовательность смены состояний – 3, 2, 1, 9, 4, 10
4. Тип триггеров, заданных для реализации – JK 7476
5. Индикация выходных состояний – цифровая (шестнадцатеричный код)

Вариант №7

1. Тип ПСУ – синхронный с параллельным переносом
2. Модуль счета – 6
3. Последовательность смены состояний – 13, 6, 2, 10, 8, 11
4. Тип триггеров, заданных для реализации – JK 7476
5. Индикация выходных состояний – цифровая (шестнадцатеричный код)

Вариант №8

1. Тип ПСУ – синхронный с параллельным переносом
2. Модуль счета – 6
3. Последовательность смены состояний – 1,4, 7, 10, 2, 12
4. Тип триггеров, заданных для реализации – JK 7476
5. Индикация выходных состояний – цифровая (шестнадцатеричный код)

Вариант №9

1. Тип ПСУ – синхронный с параллельным переносом
2. Модуль счета – 6
3. Последовательность смены состояний – 2, 1, 7, 10, 5, 12
4. Тип триггеров, заданных для реализации – JK 7476
5. Индикация выходных состояний – цифровая (шестнадцатеричный код)

Вариант №10

1. Тип ПСУ – синхронный с параллельным переносом
2. Модуль счета – 6
3. Последовательность смены состояний – 10, 12, 5, 6, 2, 7
4. Тип триггеров, заданных для реализации – JK 7476
5. Индикация выходных состояний – цифровая (шестнадцатеричный код)

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Основы аналоговой и цифровой электроники. Аналоговая электроника ISBN 978-5-7410-2248-1 302 с. Булатов В. Н. Учебное пособие	<a href="https://e.lanbook.com/book/159901">https://e.lanbook.com/book/159901</a>

	Оренбургский государственный университет , 2019	
2	Вычислительная техника и информационные технологии. Цифровая схемотехника ISBN 978-5-398-00050-4 137 с. Тюрин С. Ф. Учебное пособие Пермский национальный исследовательский политехнический университет , 2008	<a href="https://e.lanbook.com/book/160816">https://e.lanbook.com/book/160816</a>
3	Схемотехника ЭВМ ISBN 978-5-7638-3701-8 284 с. Постников А.И., Иванов В.И., Непомнящий О.В. Учебное пособие Сибирский Федеральный Университет , 2018	<a href="https://e.lanbook.com/book/117783">https://e.lanbook.com/book/117783</a>

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

Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru));

Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (<http://window.edu.ru>);

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

Поисковые системы «Яндекс», «Google» для доступа к тематическим информационным ресурсам;

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

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

Электронно-библиотечная система «УМЦ» – <http://www.umczdt.ru/>;

Электронно-библиотечная система «Intermedia» – <http://www.intermediapublishing.ru/>;

Электронно-библиотечная система «BOOK.ru» – <http://www.book.ru/>;

Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» – <http://www.znanium.com/>

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

Программное обеспечение для выполнения практических заданий включает в себя программные продукты общего применения: операционная система Windows, Microsoft Office 2003 и выше, Браузер Internet Explorer 8.0 и выше с установленным Adobe Flash Player версии 10.3 и выше, Adobe Acrobat, а также специализированное прикладное программное обеспечение:

интегрированная среда разработки Atmel Studio  
(<https://www.microchip.com/en-us/development-tools-tools-and-software/microchip-studio-for-avr-and-sam-devices>)

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

Для проведения аудиторных занятий и самостоятельной работы требуется:

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

2. Специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой и интерактивной доской.

3. Компьютерный класс. Рабочие места студентов в компьютерном классе, подключённые к сети INTERNET.

4. Для проведения практических занятий: компьютерный класс; компьютеры.

Технические требования к оборудованию для осуществления учебного процесса с использованием дистанционных образовательных технологий:

колонки, наушники или встроенный динамик (для участия в аудиоконференции);

микрофон или гарнитура (для участия в аудиоконференции);

веб-камеры (для участия в видеоконференции);

для ведущего: компьютер с процессором Intel Core 2 Duo от 2 ГГц (или аналог) и выше, от 2 Гб свободной оперативной памяти.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 3 семестре.

Курсовая работа в 3 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

профессор, профессор, д.н. кафедры  
«Системы управления транспортной  
инфраструктурой»

А.М. Завьялов

Согласовано:

Директор

Б.В. Игольников

Руководитель образовательной  
программы

А.С. Киселёва

Председатель учебно-методической  
комиссии

Д.В. Паринов