

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Д.А. Таюрский

\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**  
Цифровая электроника Б1.В.ОД.3

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Специальные радиотехнические системы

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Карпов А.В.

**Рецензент(ы):**

Калабанов С.А.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Шерстюков О. Н.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 6152518

Казань  
2018

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Карпов А.В. Кафедра радиофизики Отделение радиофизики и информационных систем , Arkadi.Karpov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины (модуля) Цифровая электроника является формирование у студентов представления о цифровой электронике, основах цифровой схемотехники, принципах работы и проектирования цифровых устройств. В курсе рассматриваются основные методы описания и синтеза логических схем, современные средства разработки цифровых устройств.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.3 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.03.03 Радиофизика и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 2 курсе, 4 семестр.

Курс предназначен для студентов 2 курса, 4 семестр

Б1.В.ОД3

Курс базируется на знаниях студентами курса электричество и магнетизм, основ радиоэлектроники и служит основой для последующего изучения микропроцессорных систем. Она формирует профессиональные компетенции, необходимые для прохождения учебных и производственных практик, освоения модулей профессионального цикла: Микропроцессорные системы. Импульсная и цифровая электроника. Практическая схемотехника цифровых устройств. Импульсная и цифровая схемотехника. Диагностика микропроцессорных систем

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

принципы работы и методы эксплуатации современной цифровой аппаратуры и оборудования

2. должен уметь:

строить таблицы истинности логических элементов, строить таблицы истинности и временные диаграммы работы триггеров, счетчиков, регистров, ЦАП и АЦП.

3. должен владеть:

теоретическими знаниями об основах Булевой алгебры

4. должен демонстрировать способность и готовность:

овладевать современными методами построения цифровых электронных схем

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 4 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение в дисциплину	4	1-3	6	0	0	Контрольная работа
2.	Тема 2. Комбинационные логические схемы	4	4-8	10	0	0	Контрольная работа
3.	Тема 3. Последовательные логические схемы	4	9-12	8	0	0	Письменное домашнее задание
4.	Тема 4. Цифровые схемы. Счетчик.Регистр.АЦП.ЦАП	4	13-18	12	0	0	Письменное домашнее задание
	Тема . Итоговая форма контроля	4		0	0	0	Зачет
	Итого			36	0	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Введение в дисциплину

###### **лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Цифровой и аналоговый сигнал. Логический сигнал. Последовательный код.

Последовательный и параллельный код. Системы счисления, используемые в цифровой электронике. Основание системы, вес разряда. Преобразование записи чисел в различных системах счисления. Двоичная система счисления. Сложение и вычитание. Преобразование дробей. Положительные и отрицательные числа. Обратный код. Дополнительный код.

##### Тема 2. Комбинационные логические схемы

###### **лекционное занятие (10 часа(ов)):**

Элементарные функции алгебры логики и их основные свойства. Дизъюнкция. Конъюнкция. Инверсия. Понятие базиса. Таблица истинности. Построение таблицы истинности по булевой функции. Основные логические элементы: ? И ? ? ИЛИ ? ? НЕ ? ? И-НЕ ? ? ИЛИ-НЕ ? ?Исключающее ИЛИ ? ?Исключающее ИЛИ-НЕ ? Универсальный характер логического элемента ? И-НЕ ?. Основы алгебры Буля. Тожества. Законы (Коммутативный, ассоциативный, дистрибутивный, поглощения, склеивания). Принцип двойственности. Теоремы Де-Моргана. Комбинационная логическая схема. Построение логической схемы на основе булевых выражений в дизъюнктивной форме. Построение логической схемы на основе булевых выражений в конъюнктивной форме. Преобразование таблицы истинности в булево выражение. Упрощение булевых выражений с помощью карт Карно. Коды. Двоично-десятичный код с весом 8.4.2.1. Самодополняющиеся коды. Двоично-десятичный код с весом 2.4.2.1. Коды. Двоично-десятичный код с весом 4.2.2.1. Код с избытком 3. Код Грея. Правила перехода к двоичному коду. Кодер. Код Грея. Правила перехода от двоичного кода. Декодер. Кодер (Шифратор). Схема на элементах ИЛИ. Декодер (Дешифратор). Схема на элементах И. Функциональные устройства комбинационного типа. Мультиплексор. Селектор данных 1 из 8. Демультимплексор. 2.4.2.1. Коды. Двоично-десятичный код с весом 4.2.2.1. Код с избытком 3.

### Тема 3. Последовательные логические схемы

#### лекционное занятие (8 часа(ов)):

Цифровой автомат. Автомат Мили. Автомат Мура. Триггеры. Определение. Классификация триггеров. Синхронные и асинхронные триггеры. Временная диаграмма. Асинхронный RS-триггер с прямыми входами. Асинхронный RS-триггер с инверсными входами Синтез асинхронного RS-триггера. Синхронный триггер. Классификация синхронных триггеров. Синхронный одноступенчатый RS-триггер. Синхронный двухступенчатый RS-триггер (MS-триггер). D ? триггер. Синхронный двухступенчатый Синхронный одноступенчатый JK-триггер с прямыми входами и с управлением по переднему фронту. Синхронный двухступенчатый JK-триггер с прямыми входами и с управлением по переднему фронту. T-триггер. Счетный триггер на основе JK-триггера.

### Тема 4. Цифровые схемы. Счетчик.Регистр.АЦП.ЦАП

#### лекционное занятие (12 часа(ов)):

Асинхронный счетчик со сквозным переносом. Асинхронный счетчик по модулю 10. Синхронный счетчик. Счетчики с параллельным переключением разрядов. Вычитающий счетчик. Самоостанавливающийся счетчик. Счетчик делитель частоты. Регистр. Классификация регистров. Запись информации в регистр. Однофазный способ. Парафазный способ. Параллельный регистр. Регистр памяти. Последовательный регистр. Регистр сдвига. Логические микрооперации на регистре Генератор секретных ключей на регистре сдвига. Полусумматор. Полувычитатель Полный сумматор. Полный вычитатель Параллельный сумматор Последовательный сумматор Циклический перенос. Сумматор-вычитатель. Схема умножения ЦАП с двоично-взвешенными резисторами. ЦАП с резистивной R-2R матрицей. АЦП последовательного счета. АЦП ? время импульсный

## 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Введение в дисциплину	4	1-3	подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
2.	Тема 2. Комбинационные логические схемы	4	4-8	подготовка к контрольной работе	10	контрольная работа
3.	Тема 3. Последовательные логические схемы	4	9-12	подготовка домашнего задания	8	письменное домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
4.	Тема 4. Цифровые схемы. Счетчик.Регистр.АЦП.ЦАП	4	13-18	подготовка домашнего задания	12	письменное домашнее задание
	Итого				36	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Используются такие интерактивные формы обучения как обсуждение теоретических вопросов, проведение блиц-опросов, применение роли экспертов для студентов.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### Тема 1. Введение в дисциплину

контрольная работа , примерные вопросы:

Тема: Системы счисления, используемые в цифровой электронике, Системы счисления, используемые в цифровой электронике  
Максимальная оценка 20 баллов  
Примерные задания  
Перевести число из десятичной системы счисления в двоичную, восьмеричную, шестнадцатеричную  
Перевести число в двоичный код и сложить  
Вычислить в дополнительном коде ? устройство семиразрядное  
Вычислить десятичное дробное число в двоичной системе исчисления  
Выполнить умножение в двоичной, восьмеричной, шестнадцатеричной системе счисления

### Тема 2. Комбинационные логические схемы

контрольная работа , примерные вопросы:

Тема: Комбинационная логическая схема. Максимальная оценка 20 баллов  
Примерные задания  
Перевести десятичное число в код Грея  
Перевести число из кода Грея в десятичное  
На основе логического элемента ИЛИ-НЕ построить другие логические элементы: ( 1 вариант ?И? + ?Исключающее ИЛИ ?НЕ? 2 вариант ?И ? НЕ? + ?Исключающее ИЛИ? 3 вариант ?И? + ?Исключающее ИЛИ ?НЕ? 4 вариант ?И ? НЕ? + ?Исключающее ИЛИ? 4. Задача А) По таблице истинности записать Булево выражение Б) Упростить выражение, используя карты Карно В) Построить схему после упрощения

### Тема 3. Последовательные логические схемы

письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Темы заданий: асинхронные триггеры. Временная диаграмма. Асинхронный RS-триггер с прямыми входами. Асинхронный RS-триггер с инверсными входами  
Синтез асинхронного RS-триггера. Синхронный триггер. Классификация синхронных триггеров. Синхронный одноступенчатый RS-триггер. Синхронный двухступенчатый RS-триггер (MS-триггер). D-триггер. Синхронный одноступенчатый. D ? триггер. Синхронный двухступенчатый  
Синхронный одноступенчатый JK-триггер с прямыми входами и с управлением по переднему фронту. Синхронный двухступенчатый JK-триггер с прямыми входами и с управлением по переднему фронту. T-триггер. Счетный триггер.

### Тема 4. Цифровые схемы. Счетчик.Регистр.АЦП.ЦАП

письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Темы заданий: Асинхронный счетчик со сквозным переносом. Асинхронный счетчик по модулю 10. Синхронный счетчик. Счетчики с параллельным переключением разрядов. Вычитающий счетчик. Самоостанавливающийся счетчик. Счетчик делитель частоты. Регистр. Классификация регистров. Запись информации в регистр. Однофазный способ. Парафазный способ. Установочные микрооперации Логические микрооперации на регистре Микрооперации сдвига

## Итоговая форма контроля

зачет

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы к зачету по курсу "Цифровая электроника"

1. Цифровой и аналоговый сигнал. Логический сигнал. Последовательный код. Последовательный и параллельный код
2. Системы счисления, используемые в цифровой электронике. Основание системы, вес разряда. Преобразование записи чисел в различных системах счисления.
3. Двоичная система счисления. Сложение и вычитание. Преобразование дробей. Положительные и отрицательные числа. Обратный код. Дополнительный код.
4. Элементарные функции алгебры логики и их основные свойства. Дизъюнкция. Конъюнкция. Инверсия. Понятие базиса.
5. Таблица истинности. Построение таблицы истинности по булевой функции.
6. Основные логические элементы: " И " " ИЛИ " " НЕ " " И-НЕ " " ИЛИ-НЕ " "Исключающее ИЛИ " "Исключающее ИЛИ-НЕ "
7. Универсальный характер логического элемента " И-НЕ ".
8. Основы алгебры Буля. Тожества. Законы (Коммутативный, ассоциативный, дистрибутивный, поглощения, склеивания). Принцип двойственности. Теоремы Де-Моргана.
9. Комбинационная логическая схема. Построение логической схемы на основе булевых выражений в дизъюнктивной форме. Построение логической схемы на основе булевых выражений в конъюнктивной форме.
10. Преобразование таблицы истинности в булево выражение.
11. Упрощение булевых выражений с помощью карт Карно.
12. Коды. Двоично-десятичный код с весом 8.4.2.1. Самодополняющиеся коды. Двоично-десятичный код с весом 2.4.2.1. Коды. Двоично-десятичный код с весом 4.2.2.1. Код с избытком 3.
13. Код Грея. Правила перехода к двоичному коду. Кодер.
14. Код Грея. Правила перехода от двоичного кода. Декодер.
15. Кодер (Шифратор). Схема на элементах ИЛИ.
16. Декодер (Дешифратор). Схема на элементах И.
17. Функциональные устройства комбинационного типа. Мультиплексор. Селектор данных 1 из 8.
18. Демультимплексор.
19. Цифровой автомат. Автомат Мили. Автомат Мура.
20. Триггеры. Определение. Классификация триггеров. Синхронные и асинхронные триггеры. Временная диаграмма.
21. Асинхронный RS-триггер с прямыми входами.
22. Асинхронный RS-триггер с инверсными входами
23. Синтез асинхронного RS-триггера.
24. Синхронный триггер. Классификация синхронных триггеров. Синхронный одноступенчатый RS-триггер.
25. Синхронный двухступенчатый RS-триггер (MS-триггер).
26. D-триггер. Синхронный одноступенчатый.
27. D - триггер. Синхронный двухступенчатый
28. Синхронный одноступенчатый JK-триггер с прямыми входами и с управлением по переднему фронту.
29. Синхронный двухступенчатый JK-триггер с прямыми входами и с управлением по переднему фронту.
30. T-триггер. Счетный триггер на основе JK-триггера.

31. Асинхронный счетчик со сквозным переносом. Асинхронный счетчик по модулю 10.
32. Синхронный счетчик. Счетчики с параллельным переключением разрядов.
33. Вычитающий счетчик. Самоосстанавливающийся счетчик. Счетчик делитель частоты.
34. Регистр. Классификация регистров.
35. Запись информации в регистр. Однофазный способ. Парафазный способ.
36. Параллельный регистр. Регистр памяти.
37. Последовательный регистр. Регистр сдвига.
38. Логические микрооперации на регистре
39. Генератор секретных ключей на регистре сдвига.
40. Полусумматор. Полувычитатель
41. Полный сумматор. Полный вычитатель
42. Параллельный сумматор
43. Последовательный сумматор
44. Циклический перенос.
45. Сумматор-вычитатель.
46. Схема умножения
47. ЦАП с двоично-взвешенными резисторами.
48. ЦАП с резистивной R-2R матрицей.
49. АЦП последовательного счета.
50. АЦП - время импульсный

### 7.1. Основная литература:

1. Нарышкин А. К. Цифровые устройства и микропроцессоры: учебное пособие для студентов высших учебных заведений радиотехнических специальностей М: Академия, 2006.-317с. (15)
2. Шука, А. А. Электроника / А.А. Шука. ? 2-е изд., перераб. и доп. ? СПб.: БХВ-Петербург, 2008. ? 751 с.: ил. ? (Учебная литература для вузов). - ISBN 978-5-9775-0160-6 - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=350420> ЭБС 'Знаниум'
3. Проектирование аналоговых и цифровых устройств: Учебное пособие / В.С. Титов, В.И. Иванов, М.В. Бобырь. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 143 с.: 60x88 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (обложка) ISBN 978-5-16-009101-3. - <http://znanium.com/bookread.php?book=422720> ЭБС 'Знаниум'

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Игнатов, А. Н. Классическая электроника и наноэлектроника [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Н. Игнатов, Н. Е. Фадеева, В. Л. Савиных, В. Я. Вайспапир, С. В. Воробьева. ? 2-е изд., стер. . М. : ФЛИНТА, 2012. ? 728 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=455216> ЭБС 'Знаниум'
2. Першин В. Т. Формирование и генерирование сигналов в цифровой радиосвязи: Учебное пособие / В.Т. Першин. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов.знание, 2013. - 614 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=405030> ЭБС 'Знаниум'

### 7.3. Интернет-ресурсы:

- Википедия - [http://en.wikibooks.org/wiki/Digital\\_Electronics](http://en.wikibooks.org/wiki/Digital_Electronics)  
Википедия - [www.wikipedia.org/wiki/Цифровые\\_технологии](http://www.wikipedia.org/wiki/Цифровые_технологии)  
Фирма Altera - [www.altera.com](http://www.altera.com)  
фирма Atmel - [www.atmel.com](http://www.atmel.com)  
фирма Xilinx - [www.xilinx.com](http://www.xilinx.com)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Цифровая электроника" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

- стационарное и переносное демонстрационное оборудование (мультимедийные проекторы, ноутбуки);
- лабораторного оборудования на основе Cyclone II FPGA Starter Development Kit плюс ПО разработки MAXPlusII или Quartus;
- LCD panel (сп-ва отображения) для заданий, связанных с отображением информации (символьной и графической)
- 5.0 megapixel digital camera upgrade - для заданий по управлению считыванием кадра и его обработки.
- компьютеры для работы в среде MAXPlusII или Quartus.
- осциллографы цифровые GDS-2204, двухлучевые, с полосой до 100 Мгц, предназначены для контроля цифровых сигналов на модулях Cyclone.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.03.03 "Радиофизика" и профилю подготовки Специальные радиотехнические системы .

Автор(ы):

Карпов А.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Калабанов С.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.