



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)  
ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОП

А.Ю. Ралин  
(ФИО)



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Цифровая электроника**  
**Направление подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии**  
**(Информационные системы и технологии)**  
**Форма подготовки очная**

курс 3 семестр 6  
лекции 36 час.  
практические занятия 0 час.  
лабораторные работы 72 час.  
в том числе с использованием МАО лек. 18 /пр. 0 /лаб. 36 час.  
всего часов аудиторной нагрузки 108 час.  
в том числе с использованием МАО 54 час.  
самостоятельная работа 36 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 27 час.  
контрольные работы (количество) не предусмотрены  
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены  
зачет 6 семестр  
экзамен 6 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 19.07.2017 № 926.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры компьютерных систем, протокол № 16 от 8 июля 2019 г.

Заведующий кафедрой: д.ф.-м.н., доцент Пустовалов Е.В.  
Составитель: д.ф.-м.н., профессор Цуканов Д.А.

Владивосток  
2019

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## Аннотация к рабочей программе дисциплины «Цифровая электроника»

Дисциплина «Цифровая электроника» предназначена для студентов, обучающихся по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии, профиль «Информационные системы и технологии», и входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана (индекс Б1.В.02.01).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (36 часов), лабораторные работы (72 часа), самостоятельная работа студентов (36 часов, в том числе 37 часа на подготовку к экзамену). Дисциплина реализуется на 3 курсе в 6 семестре. Форма промежуточной аттестации – зачет и экзамен.

**Цель** изучения дисциплины – освоение методологических основ цифровой электроники, овладение основами теории построения логических схем, знакомство с принципами формирования и основные характеристики двоичного сигнала, принципами работы и электрофизическими характеристиками основных цифровых устройств; методологией и технологиями проектирования и расчета цифровых узлов и компонентов.

**Задачи** изучения дисциплины:

- изучение основных стандартов проектирования цифровых устройств;
- приобретение умений и навыков по методологическим основам цифровой электроники;
- приобретение умений и навыков в применении методик системного и детального проектирования цифровых узлов и компонентов, овладение соответствующим проектным инструментарием.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие **компетенции**.

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
	ОПК-7. Способен осуществлять выбор платформ и инструментальных программно-аппаратных средств для реализации информационных систем	ОПК-7.1. Знать: основные платформы, технологии и инструментальные программно-аппаратные средства для реализации информационных систем. ОПК-7.2. Уметь: осуществлять выбор платформ и инструментальных программно-аппаратных средств для реализации информационных систем, применять современные технологии реализации информационных систем.

		ОПК-7.3. Иметь навыки: владения технологиями и инструментальными программно-аппаратными средствами для реализации информационных систем.
--	--	--

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

<b>Задача профессиональной деятельности</b>	<b>Объект или область знания</b>	<b>Код и наименование профессиональной компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции</b>	<b>Основание (ПС, анализ иных требований, предъявляемых к выпускникам)</b>
Тип задач профессиональной деятельности: производственно-технологический				
Управление программно-аппаратными средствами инфокоммуникационной системы организации, администрирование сетей	сети и телекоммуникации	ПК-5. Способность выполнять работы по обслуживанию и управлению программно-аппаратными средствами сетей и инфокоммуникаций	ПК-5.1. – знает архитектуру, принципы функционирования программно-аппаратных средств инфокоммуникационных систем и сетей ПК-5.2. – умеет устанавливать, настраивать и эксплуатировать программно-аппаратные средства инфокоммуникационных систем и сетей ПК-5.3. – владеет навыками управления программно-аппаратными средствами сетей и инфокоммуникаций, администрирования сетей	06.026 Системный администратор информационно-коммуникационных систем

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Тема 1. Введение в курс цифровой электроники (2 час.)**

Лекция 1. Цифровая электронная схема. Цифровой сигнал. Применение цифровых схем. Приборы цифровой электроники (2 часа).

### **Тема 2. Основы теории логических схем (10 час.)**

Лекция 2. Логическая переменная. Логические высказывания. Системы исчисления: двоичная, десятичная, шестандцатеричная. (2 часа)

Лекция 3. Булева алгебра. Основные теоремы Булевой алгебры (теоремы с одной переменной, теоремы с двумя и более переменными). Таблица истинности. (2 часа)

Лекция 4. Булевы функции. Способы задания Булевых функций (словесный, табличный, алгебраический, числовой). Примеры. (2 часа)

Лекция 5. Переход от алгебраической формы к структурной схеме и наоборот. Логические элементы (элементы И, ИЛИ, исключающее ИЛИ, НЕ). Функционально полные системы логических элементов. Наборы логических элементов И, ИЛИ, НЕ (И-НЕ, ИЛИ-НЕ). (2 часа)

Лекция 6. Минимизация Булевых функций. Карты Карно. Примеры реализации Булевых функций. (2 часа)

### **Тема 3. Основы построения логических схем (12 час.)**

Лекция 7. Импульсные сигналы: основные параметры и терминология. Электрический импульс (форма импульса, фронт импульса, срез импульса, длительность импульса, коэффициент заполнения, скважность). Ключевой режим. Ключевые схемы. (2 часа)

Лекция 8. Ключи на биполярных транзисторах. Транзисторные ключи: назначение, схемы, элементы. Схема с общим эмиттером. Схема с общим коллектором. Схема с общей базой. Достоинства и недостатки транзисторных ключей с различными схемами. (2 часа)

Лекция 9. Переходные процессы в ключах с общим эмиттером. Алгоритм расчета переходных характеристик. Ограничения быстродействия транзисторных ключей и приемы их исправления: использование в базе ускоряющих емкостей, ключ с ускоряющим диодом, ключ с диодом Шоттки. (2 часа)

Лекция 10. Логические элементы на реле и переключателях. Физический эквивалент логической переменной. Логические схемы И, ИЛИ, НЕ. Резисторно-транзисторная логика (РТЛ): схема, таблица истинности, достоинства и недостатки. (2 часа)

Лекция 11. Диодно-транзисторная логика (ДТЛ): базовые элементы, реализация логических элементов, преимущества перед РТЛ. Транзисторно-транзисторная логика (ТТЛ). Построение логических элементов на базе ТТЛ. Элементы ТТЛ с разными выходными каскадами: элементы с открытым коллектором, элементы со сложным выходным каскадом, элементы с тремя состояниями на выходе. Шинный формирователь. (2 часа)

Лекция 12. Ключи на полевых транзисторах. Структура Металл-Оксид-Полупроводник (МОП). Ключ с динамической нагрузкой. Ключ на

комплиментарных парах (КМОП-технология). Базовые элементы КМОП-логики. (2 часа)

#### **Тема 4. Основные узлы цифровых устройств (12 час.)**

Лекция 13. Триггеры: назначение, характеристики, классификация. RS-триггеры. Т-триггеры (счетные триггеры). D-триггеры (триггеры задержки). JK-триггеры. Графические обозначения. (2 часа)

Лекция 14. RS-триггеры, синхронные RS-триггеры: схемотехника, таблица истинности. Запрещенное состояние. Триггеры на элементах ИЛИ-НЕ. (2 часа)

Лекция 15. Т-триггеры (одно- и двуступенчатые). Счетчики на Т-триггерах. D-триггеры (одно- и двуступенчатые). Счетчики на D-триггерах. JK-триггеры(одно- и двуступенчатые). (2 часа)

Лекция 16. Регистры: назначение и классификация. Регистры хранения. Сдвиговые регистры. Универсальные регистры. (2 часа)

Лекция 17. Двоичные счетчики: назначение и классификация. Дешифраторы: классификация и назначение. Мультиплексоры. Сумматоры: назначение и классификация. Полусумматор. Полный сумматор. Многоразрядный сумматор. (2 часа)

Лекция 18. Устройства памяти на основе цифровых схем. Алгоритмы работы. Работа с шиной данных. Циклы чтения и записи памяти. (2 часа)

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

### **Лабораторные работы (72 час.)**

**Лабораторная работа 1.** Изучение характеристик интегральных логических элементов (8 час.)

1. Спроектируйте, нарисуйте и соберите схему для снятия статических переходных характеристик интегральных логических элементов. В качестве источника входных сигналов используйте генератор импульсов Г5-72, для измерений уровней входных и выходных сигналов - осциллограф С1-65. До подачи напряжения питания на исследуемую схему установите его уровень соответствующим паспортным данным для выданной микросхемы. Входной сигнал, подаваемый с генератора импульсов при всех измерениях не должен превышать напряжения питания. До подключения генератора к макету необходимо установить необходимые параметры импульсов (частота порядка 10 кГц, длительность порядка 10 мкс) и нулевой уровень, контролируя их

осциллографом, а также определить положения органов регулировки амплитуды при которых возможно ее превышение сверх допустимой и в дальнейшем не превышать ее.

2. Изменяя амплитуду импульсов от 0 до 5в (не более) и измеряя ее осциллографом поочередно на выходе и входе элемента, снимите и постройте статическую переходную характеристику логического элемента. Не надо стремиться получить подробную характеристику в активной области. Вследствие большого коэффициента усиления и низкого выходного сопротивления возможно самовозбуждение в этой области, затрудняющее измерения. Достаточно получить несколько точек вблизи активной зоны со стороны низкого и высокого уровней. По полученной характеристике определите основные статические параметры:

а) уровни логического 0 и 1,

б) логический перепад  $U_m$ ,

в) пороговые уровни помех  $U_{п(0)}$  и  $U_{п(1)}$ ,

г) средний коэффициент передачи в активной области.

3. Соедините вход элемента с общим проводом (землей) резистором с сопротивлением 200-300 ом и, измеряя падение напряжения на нем, определите входной ток при напряжении логического нуля. Замените резистор на 200-500 ком, переключив его на вывод "+" источника питания и, измеряя падение напряжения на нем, определите входной ток в состоянии логической единицы .

4. Подключите к входу логического элемента генератор импульсов, предварительно установив по осциллографу амплитуду, соответствующую уровню логической единицы. Измерьте времена задержки фронта и среза выходного напряжения. Вычислите среднее время задержки. Для облегчения измерений используйте входные импульсы минимальной длительности и последовательное включение всех логических элементов микросхемы. В этом случае время задержки одного элемента определяется делением суммарного времени задержки на число последовательно включенных элементов.

## **Лабораторная работа 2. Синтез комбинационных логических схем (8 час.)**

1. По заданной в числовой форме булевой функции составьте алгебраическую форму и минимизируйте ее, используя карту Карно. Начертите структурную схему, реализующую эту функцию в заданной системе логических элементов. Начертите подробную принципиальную схему с указанием номеров выводов микросхем и коммутационных и индикаторных элементов макета.

2. Соберите схему. В качестве индикаторов состояния логических элементов можно использовать светодиоды макета. Для формирования входных переменных используйте тумблеры лабораторного макета. Помните, что входы элементов ТТЛ для создания уровня логической единицы, нужно подключать к источнику 5в только через ограничивающие резисторы 1-5 ком, а входы элементов КМОП нельзя оставлять неподключенными.

3. Испытайте работу схемы, создавая на входах все возможные комбинации переменных. Составьте таблицу переключений. Убедитесь в том, что она соответствует заданию.

4. Изучите работу и постройте таблицу состояний одной из предложенных преподавателем микросхем. Спроектируйте комбинационную логическую схему по индивидуальному заданию

### **Лабораторная работа 3. Триггеры. Часть 1. (8 час.)**

1. Составьте схему и соберите RS-триггер на заданных логических элементах. Проверьте правильность его функционирования, подавая на входы логические уровни, сформированные тумблерами. Соберите схему синхронизируемого RS-триггера, убедитесь в его нормальном функционировании. Снимите временную диаграмму при всех возможных комбинациях входных переменных для обоих триггеров. Сравните их. Определите, какой логический уровень является активным в каждом случае.

2. На основе RS-триггера составьте схему для устранения дребезга контактов, используя свойство RS-триггера оставаться в одном состоянии при многократном изменении входного сигнала на одном из входов. Испытайте ее. В дальнейшем используйте ее для создания синхронизирующих импульсов, свободных от дребезга (можете ли вы объяснить, почему нельзя непосредственно использовать сигнал, сформированный тумблером?).

3. Составьте схему для испытания D-триггеров. Схема должна содержать элементы для создания логического уровня на D-входе, источник синхронизирующих импульсов свободных от дребезга (на основе RS-триггера), элементы для начальной установки по R и S входам. Соберите схему, используя предложенный для исследования D-триггер и испытайте ее в различных режимах:

а) начальная установка в 0 и 1,

б) запись информации по D-входам.

Определите, в какой момент информация записывается в триггер (по фронту или сразу синхронизирующего импульса) и когда она появляется на выходе. На основе полученных результатов определите тип D-триггера. Снимите временную диаграмму для всевозможных комбинаций входных сигналов, по

которой можно однозначно определить тип триггера. Проверьте, имеют ли R и S входы приоритет над входом C.

4. Организуйте счетный запуск триггера и проверьте работу его в этом режиме. Составьте временную диаграмму работы счетчика.

#### **Лабораторная работа 4. Триггеры. Часть 2. (8 час.)**

1. Соберите схему для испытания JK-триггера. Для создания сигналов на J и K-входах используйте тумблеры, а для C - схему для устранения дребезга контактов из предыдущей работы. Проверьте работу триггера при различных комбинациях сигналов. Определите, по какому перепаду сигнала на C-входе происходит запись информации и ее выдача. Продумайте последовательность подачи сигналов так, чтобы по временной диаграмме можно было однозначно определить тип триггера.

2. На основе JK-триггера постройте D-триггер. Испытайте его работу, составьте временную диаграмму и сравните ее с соответствующей диаграммой D-триггера из предыдущей работы. Установите и объясните различия. Проверьте функционирование R и S-входов и сравните с результатами испытаний D-триггера .

3. Организуйте счетный режим, испытайте его и составьте временную диаграмму работы схемы. Сравните ее с соответствующей диаграммой для D-триггера в счетном режиме, объясните различия.

#### **Лабораторная работа 5. Регистры (8 час.)**

1. Спроектируйте схему регистра заданного типа на D-триггерах, соберите ее и проверьте работоспособность

2. Составьте временную диаграмму работы регистра для различных режимов работы (запись информации, сдвиг ее, сброс и т.д.).

3. Изучите работу одной из предложенных преподавателем интегральных микросхем регистров, функциональное назначение всех выводов, порядок подачи управляющих сигналов. Включите регистр, испытайте его работу, составьте временные диаграммы. Для индикации состояний регистров используйте светодиоды макета, подключив их к информационным выходам. Для формирования тактового сигнала (вход C) используйте схему для устранения дребезга контактов .

#### **Лабораторная работа 6. Счетчики импульсов (8 час.)**

1. Спроектируйте схему счетчика с заданными преподавателем параметрами, соберите и испытайте ее. Снимите временную диаграмму, подавая одиночные импульсы со схемы устранения дребезга контактов и определяя состояние по

свечению светодиодов, подключенным к информационным выходам счетчика.

2. Подайте на вход счетчика сигнал с выхода генератора импульсов, и с помощью осциллографа изучите временные диаграммы на входах и выходах всех триггеров при различной частоте счетных импульсов.

3. Изучите работу одной из предложенных преподавателем микросхем счетчиков. Для этого включите счетчик и составьте временные диаграммы его работы в различных режимах. Определите тип счетчика (синхронный, асинхронный, двоичный, десятичный и т.д.). Не разбирайте последнюю схему счетчика, она пригодится вам в следующей работе.

### **Лабораторная работа 7. Изучение микросхем памяти (8 час.)**

1. Изучите справочную информацию на одну из предложенных микросхем памяти. После того, как вы убедитесь в том, что назначение всех выводов вам понятно, спроектируйте схему для ее испытаний, которая должна обеспечивать формирование всех необходимых сигналов. В качестве сигнала адреса можно использовать счетчик импульсов из предыдущей работы. Придумайте, как использовать "лишние" адресные входы.

2. Соберите схему, проверьте правильность ее функционирования, записывая и считывая информацию (в виде нулей и единиц) по различным адресам. Определите, в какой последовательности должны подаваться сигналы. Попробуйте нарушить эту последовательность при записи и считывании. Прикоснитесь пальцем к информационному выходу, одновременно наблюдая сигнал на нем с помощью осциллографа в режимах записи, считывания и хранения информации. Объясните полученные результаты.

3. Подумайте, как можно использовать микросхему для увеличения емкости памяти. Попытайтесь спроектировать схему ОЗУ на заданную преподавателем информационную емкость.

### **Лабораторная работа 8. Синтез цифровых автоматов. Часть 1. (8 час.)**

1. Пользуясь общей структурной схемой цифрового синхронного автомата составьте принципиальную схему с заданными преподавателем свойствами (регистр, счетчик и т.д.).

2. Составьте таблицу истинности комбинационной части схемы, определите разрядность и информационную емкость ПЗУ необходимого для ее реализации, разрядность регистра.

3. Составьте карту программирования ПЗУ и, после тщательной проверки, запрограммируйте ее с помощью ручного программатора (см. описание программатора для программирования микросхем ПЗУ серии ТТЛ). Будьте

особенно внимательны при выполнении этого пункта задания. Помните, что ПЗУ допускает только однократное программирование и допущенную ошибку исправить невозможно.

### **Лабораторная работа 9. Синтез цифровых автоматов. Часть 2 (8 час.)**

1. Соберите схему спроектированного цифрового автомата, убедитесь в ее работоспособности.
2. Подавая на тактовый вход одиночные сигналы от схемы устранениядребезга контактов, составьте подробную временную диаграмму ее работы при различных входных сигналах. Сравните логику работы полученного автомата с заданной. Если обнаружите различия, попытайтесь найти причину.

### **Самостоятельная работа (36 час.)**

<b>№ п/п</b>	<b>Дата/сроки выполнения</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Примерные нормы времени на выполнение</b>	<b>Форма контроля</b>
1	1-2 недели семестра	Изучение материалов курса по теме 1	1 час.	Тест
2	3 -6 недели семестра	Изучение материалов курса по теме 2	2 час.	Тест
3	7 -12 недели семестра	Изучение материалов курса по теме 3	3 час.	Тест
4	13 -18 недели семестра	Изучение материалов курса по теме 4	3 час.	Тест
5	Сессия	Подготовка к экзамену	27 час.	Экзамен
Итого			36 час.	

## **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

### **Рекомендации по самостоятельной работе студентов**

В соответствии с план-графиком выполнения самостоятельной работы по дисциплине предусматривается изучение материалов курса (учебная литература, презентации, информация из сети Интернет) по темам и прохождению тестирования.

## Методические указания к выполнению заданий

### Методические указания к прохождению тестирования

Тестирование проводится в течение 10-15 мин. по теме, которая была представлена на предыдущем занятии. Для прохождения тестирования необходимо проработать теоретические вопросы дисциплины по темам, в соответствии с программой. Примеры тестовых заданий приведены ниже (приложение 2).

### Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Результаты самостоятельной работы отражаются в письменных работах при тестировании учащихся.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы при тестировании:

- полнота и качество выполненных заданий, использование стандартов в ИТ области;
- использование данных отечественной и зарубежной литературы, источников Интернет, информации нормативно правового характера и передовой практики;
- отсутствие фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы.

## IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Тема 1. Введение в курс цифровой электроники	ОПК-7 ПК-5	знает	самостоятельная работа	экзамен, вопросы 1-4
			умеет	самостоятельная работа	задание, тип 1
			владеет	самостоятельная работа	задание, тип 1
2	Тема 2. Основы теории логических схем	ОПК-7 ПК-5	знает	самостоятельная работа	экзамен, вопросы 5-10
			умеет	самостоятельная работа	задание, тип 2
			владеет	самостоятельная работа	задание, тип 2
3		ОПК-7 ПК-5	знает	самостоятельная работа	экзамен, вопросы 11-18

	Тема 3. Основы построения логических схем		умеет	самостоятельная работа	задание, тип 3
			владеет	самостоятельная работа	задание, тип 3
4	Тема 4. Основные узлы цифровых устройств	ОПК-7 ПК-5	знает	самостоятельная работа	экзамен, вопросы 19-32
			умеет	самостоятельная работа	задание, тип 4
			владеет	самостоятельная работа	задание, тип 4

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Белоус, А.И. Основы схемотехники микроэлектронных устройств / А. И. Белоус, В. А. Емельянов, А. С. Турцевич. – Москва : Техносфера, 2012. – 471 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:812806&theme=FEFU>
2. Лачин, В.И. Электроника : учебное пособие для вузов / В. И. Лачин, Н. С. Савелов. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2010. – 703 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:419235&theme=FEFU>
3. Музылева, И. В. Основы цифровой техники [Электронный ресурс] / И. В. Музылева. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 250 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62821.html>
4. Новиков, Ю. В. Введение в цифровую схемотехнику [Электронный ресурс] / Ю. В. Новиков. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 392 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52187.html>
5. Харрис, Д.М. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера [Электронный ресурс] / Д.М. Харрис, С.Л. Харрис ; пер. с англ. Imagination Technologies. - Москва : ДМК Пресс, 2018. - 792 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/1032279>

### **Дополнительная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Зиатдинов, С.И. Схемотехника телекоммуникационных устройств : учебник для вузов / С. И. Зиатдинов, Т. А. Суетина, Н. В. Поваренкин. –

Москва : Академия, 2013. – 366 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:784285&theme=FEFU>

2. Постников, А. И. Схемотехника ЭВМ [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. И. Постников, В. И. Иванов, О. В. Непомнящий. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2018. — 284 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84144.html>

3. Пуховский, В.Н. Электротехника, электроника и схемотехника. Модуль «Цифровая схемотехника» [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Н. Пуховский, М.Ю. Поленов ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2018. - 163 с. - Режим доступа: <https://new.znanium.com/catalog/product/1039797>

4. Учебно-методическое пособие и задания на курсовое проектирование по дисциплине Цифровые устройства и микропроцессоры [Электронный ресурс] / сост. Е. М. Лобов, М. В. Терешонок. — М. : Московский технический университет связи и информатики, 2015. — 36 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63371.html>

5. Сажнев, А. М. Цифровые устройства и микропроцессоры [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. М. Сажнев, Тырышкин И. С.. — Новосибирск : Новосибирский государственный аграрный университет, 2015. — 159 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/80399.html>

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для углубленного изучения теоретического материала курса дисциплины рекомендуются использовать основную и дополнительную литературу, указанную в приведенном выше перечне.

Рекомендованные источники доступны обучаемым в научной библиотеке (НБ) ДВФУ (в перечне приведены соответствующие гиперссылки этих источников), а также в электронных библиотечных системах (ЭБС), с доступом по гиперссылкам — ЭБС [twirpx.com](http://twirpx.com), ЭБС издательства "Лань" (<http://e.lanbook.com/>), ЭБС [Znanium.com](http://znanium.com) НИЦ "ИНФРА-М" (<http://znanium.com/>), ЭБС IPRbooks (<http://iprbookshop.ru/>) и другие ЭБС, используемые в ДВФУ.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для проведения учебных занятий по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно следующее лабораторное оборудование и специализированные кабинеты,

соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ:

Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования
Владивосток, о. Русский, п. Аякс д.10, корпус L, ауд. L 565 учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мультимедийное оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA - 1 шт. Парты и стулья
Владивосток, о. Русский, п. Аякс д.10, корпус L, ауд. L 503 специализированная лаборатория кафедры КС: Лаборатория радиотехники и радиоэлектроники	7 4-х канальных цифровых модулей визуализации сигналов, 2 циф, осциллографа C1-65, 2-х канальный модуль цветной визуализации сигналов: Осциллограф TDS-3012B, 6 2-х канальных цифровых модулей визуализации сигналов с изолированными вх.TPS-2012, 2-х канальный формирователь сигналов произвольной формы: Генератор AFG-3022, широкополосный формирователь сигналов произвольной формы:Генератор AFG-3101, программируемый источник питания постоянного тока LPS-304, столы лабораторные и стулья Мультимедийное оборудование: проектор BENQ CH100, ноутбук ACER ASPIRE TimeLine 3495
Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10) Учебная аудитория для проведения самостоятельной работы	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse,Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувелечителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами,

оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

## VIII. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация по дисциплине «Цифровая электроника» проводится в форме контрольных мероприятий (тестирование) по оцениванию фактических результатов обучения студентов осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- результаты самостоятельной работы.

Оценивание результатов освоения дисциплины на этапе текущей аттестации проводится в соответствии с используемыми оценочными средствами.

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Цифровая электроника» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Цифровая электроника» проводится в виде экзамена, форма экзамена - «устный опрос в форме ответов на вопросы», «практические задания по типам».

Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине «Цифровая электроника»:

Баллы(рейтинговая оценка)	Оценка экзамена(стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
86 -100	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

76 - 85	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
61 -75	«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
0 -60	«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного «не материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## Оценочные средства для промежуточной аттестации

### Вопросы к экзамену

1. Двоичная переменная. Основные логические операции.
2. Основные теоремы Булевой алгебры. Теоремы с одной переменной.
3. Основные теоремы Булевой алгебры. Теоремы с двумя и более переменными.
4. Булевы функции. Словесный и табличный способы задания Булевых функций.
5. Алгебраический и числовой способы задания Булевых функций. Примеры.
6. Переход от алгебраической формы к логической схеме и наоборот. Примеры.
7. Функционально полные системы логических элементов.
8. Минимизация Булевых функций. Карты Карно. Примеры.
9. Импульсные сигналы. Основные определения и терминология.
10. Ключи на биполярных транзисторах.
11. Переходные процессы в ключах на биполярных транзисторах.

12. Способы увеличения быстродействия ключей на биполярных транзисторах.
13. Ключи на полевых транзисторах. Ключ с резистивной нагрузкой.
14. Ключи на полевых транзисторах. Ключ с нелинейной нагрузкой.
15. Логические элементы на переключателях и диодах.
16. Резистивно-транзисторная логика. Базовые элементы.
17. Диодно-транзисторная логика. Базовые элементы.
18. Транзисторно-транзисторная логика (ТТЛ). Базовые элементы ТТЛ.
19. Элементы ТТЛ со сложным выходным каскадом, с тремя состояниями.
20. КМОП-логика.
21. Общая характеристика, классификация триггеров. RS-триггеры.
22. Синхронные RS-триггеры. T-триггеры.
23. D- и JK-триггеры.
24. D- и JK-триггеры в счетном режиме.
25. Классификация и назначение регистров. Регистры хранения. Примеры.
26. Сдвиговые и универсальные регистры. Примеры.
27. Классификация и назначение счетчиков.
28. Счетчики с произвольным коэффициентом деления.
29. Классификация и назначение шифраторов и дешифраторов.
30. Мультиплексоры.
31. Назначение, классификация сумматоров. Полусумматор.
32. Полный сумматор. Построение многоразрядных сумматоров.

#### Типы заданий к экзамену

Тип 1. Привести примеры логических высказываний ИЛИ, И, ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ.

Тип 2. Представить произвольное число в виде позиционной системы счисления (двоичное, десятичное, шестнадцатеричное).

Тип 3. Привести и доказать теоремы Булевой алгебры с одной переменной, где  $x$ -двоичное число.

Тип 4. Осуществить переход от одной логической операции к другой с помощью теоремы Де Моргана.

Тип 5. Привести пример алгебраического способа задания Булевых функций.

Тип 6. Привести пример табличного способа задания Булевых функций.

Тип 7. Привести пример числового способа задания Булевых функций.

Тип 8. Осуществить переход от алгебраической формы к структурной схеме.

Тип 9. Минимизировать Булеву функцию с помощью карты Карно.

Тип 10. Описать параметры электрического импульса.

Тип 11. Составить электрическую схему ключей, реализующую логическую операцию И, ИЛИ, НЕ.

Тип 12. Привести схемы логических элементов, построенных по типу РТЛ, ДТЛ и ТТЛ.

Тип 13. Привести схему ключа на комплиментарных парах (КМОП).

#### Типовые тестовые задания

Укажите номера всех правильных ответов (имеется хотя бы один правильный и, хотя бы один неправильный).

**1.** Укажите правильные ответы.

Булева переменная может быть реализована с помощью:

1. Генератора гармонических колебаний.
2. Механического ключа.
3. Генератора прямоугольных импульсов.
4. Транзисторного ключа.
5. Трансформатора.

**2.** Впишите недостающее слово.

К последовательным цифровым устройствам относятся такие функциональные блоки, которые имеют элементы с ... .

1. Ключевыми схемами.
2. Генераторами импульсов.

3. Памятью.
4. Транзисторными сборками.

3. Укажите правильный ответ.

Комбинационные устройства характеризуются тем, что сигналы на их выходах:

1. Зависят от предыдущих состояний схемы.
2. Представляет собой импульсные сигналы фиксированной частоты.
3. Не зависят от предыдущих состояний схемы.
4. Усиливаются на величину определяемую коэффициентом передачи.

5. Укажите правильные ответы.

Схемы с открытым коллектором применяются для:

1. Создание усилительных каскадов на цифровых микросхемах.
2. Структура схем с обратными связями.
3. Синтеза схем, в которых несколько элементов работают на одну нагрузку.
4. Синтеза схем, способных отключаться от нагрузки по сигналу управления.
5. Синтеза схем работающих с нагрузкой различного типа.

6. Укажите соответствие.

Название ИС:	Реализуемая функция:
1) Мультиплексор	1) Устройство с несколькими входами и одним выходом, для сравнения пары входных кодов.
2) Демультимплексор	2) Устройство с несколькими входами и выходами, у которого определённым комбинациям входных сигналов соответствует активное состояние одного из выходов.
3) Дешифратор	3) Устройство с памятью, состояние выходов которого зависит от входного цифрового кода и собственного предыдущего состояния.
4) Цифровой компаратор	

	<p>4) Устройство, которое сигналы с одного информационного входа распределяет в желаемой последовательности по нескольким выходам.</p> <p>5) Устройство, которое соединяет в желаемом порядке несколько входных шин с одной выходной.</p>
--	---

7. Укажите правильный ответ.

У синхронных триггеров изменение состояния происходит:

1. При наличии установочного сигнала на одном из его управляющих входов.
2. При наличии управляющих сигналов одновременно на всех его управляющих входах.
3. При отсутствии сигналов на управляющих входах, но при наличии сигнала на командном входе.
4. При одновременном наличии сигналов на управляющем и командном входах.

8. Укажите соответствие.

Тип триггера:	Способ управления:
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. R-S триггер.</li> <li>2. JK-триггер.</li> <li>3. D-триггер.</li> <li>4. T-триггер.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Смена состояний происходит каждый раз, когда входной сигнал меняет своё значение в заданном направлении.</li> <li>2. Смена состояний происходит при наличии управляющего и тактирующего импульсов.</li> <li>3. Смена состояний осуществляется подачей установочных сигналов на один из двух управляющих входов.</li> <li>4. Смена состояний осуществляется парой управляющих сигналов одного логического значения.</li> <li>5. Смена состояния осуществляется по нескольким парам управляющих входов.</li> </ol>

9. Уровень ТТЛ логической единицы равен:

- 1) 12 В;
- 2) 9 В;
- 3) 3,3 В;

4)5 В.

10. Скважностью называют:

- 1) отношение периода импульса к длительности импульса;
- 2) отношение длительности импульса к периоду;
- 3) отношение периода импульса к длительности паузы;
- 4) отношение длительности импульса к длительности паузы.

11. Частота импульсов на входе 4 разрядного двоичного счетчика равна 1 кГц. Частота 0,25 кГц присутствует на ... выходе счетчика:

- 1) первом;
- 2) втором;
- 3) третьем;
- 4) четвертом.

### Примеры вариантов тестовых заданий с ответами

1 вариант

№	Вопрос	Ответ
1	<b>Усилители делятся по диапазону усиливаемых частот на усилители:</b> а) низкой частоты б) полосовые в) комбинированные	а)
2	<b>Регистр:</b> а) цифровое устройство, логическое состояние которого определяется последовательностью поступления входных сигналов б) цифровой узел, функцией которого является фиксация многоразрядного двоичного кода и выполнение некоторых преобразований над этим кодом в) ИС универсального назначения, способная выполнять как	б)

	арифметические операции, так и поразрядные логические операции	
3	<b>Устройство, предназначенное для коммутации электрических сигналов, называется:</b> а) электронным ключом б) дифференциальным усилителем в) операционным усилителем	а)

2 вариант

№	Вопрос	Ответ
1	<b>Наклон выходных характеристик транзистора для схемы с общей базой численно определяют:</b> а) барьерной емкостью б) дифференциальным сопротивлением коллекторного перехода в) диффузной емкостью	б)
2	<b>От короткого замыкания операционный усилитель защищают:</b> а) стабилизаторы б) резисторы-ограничители + в) диоды смещения	б)
3	<b>Взаимная индуктивность:</b> а) векторная величина, определяемая по силовому воздействию магнитного поля на электрический ток б) магнитный момент единицы объёма вещества в) коэффициент пропорциональности между потокосцеплением и током в магнитосвязанных цепях	в)

