

Министерство культуры Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ  
КИНО И ТЕЛЕВИДЕНИЯ»



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Е. В. САЗОНОВА  
ректор

Сертификат: 00eec2e5b252a0885bc682f9fa99feef8b  
Основание: УТВЕРЖДАЮ  
Дата утверждения: 19 июня 2024 г.

Рабочая программа дисциплины

«Цифровые устройства и микропроцессоры»

Наименование ОПОП: Аудиовизуальная техника

Направление подготовки: 11.03.01 Радиотехника

Форма обучения: очная

Факультет: медиатехнологий

Кафедра: аудиовизуальных систем и технологий

Общая трудоемкость дисциплины составляет 144 академ. час. / 4 зач.ед.

в том числе: контактная работа: 68,5 час.

самостоятельная работа: 75,5 час.

Вид(ы) текущего контроля	Семестр (курс)
выполнение и защита лабораторных работ	6
выполнение теста №3	6
выполнение тестов №1 и №2	6
выступление на научной конференции, симпозиуме, семинаре по тематике дисциплины	6
подготовка и защита реферата по тематике дисциплины	6
Вид(ы) промежуточной аттестации, курсовые работы/проекты	Семестр (курс)
экзамен	6

Рабочая программа дисциплины «Цифровые устройства и микропроцессоры» составлена:

— в соответствии с требованиями Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования — Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 931)

— на основании учебного плана и карты компетенций основной профессиональной образовательной программы «Аудиовизуальная техника» по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника

**Составитель(и):**

Гласман К.Ф., проф. кафедры телевидения кафедры , к.т.н.

Белозерцев А.В., доц. кафедры телевидения кафедры , к.т.н.

Соколов Д.А., доцент кафедры аудиовизуальных систем и технологий

**Рецензент(ы):**

Ходанович А.И., профессор, д.п.н.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры аудиовизуальных систем и технологий

Рабочая программа дисциплины одобрена Советом факультета медиатехнологий

**СОГЛАСОВАНО**

Руководитель ОПОП

А.И. Ходанович

Начальник УМУ

С.Л. Филипенкова

**УКАЗАННАЯ ЛИТЕРАТУРА ИМЕЕТСЯ В НАЛИЧИИ В БИБЛИОТЕКЕ ИНСТИТУТА ИЛИ ЭБС**

Заведующий библиотекой Н.Н. Никитина

# 1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

## 1.1. Цели и задачи дисциплины

### Цель(и) дисциплины:

Целью освоения дисциплины является подготовка студентов к проектной и сервисно-эксплуатационной деятельности в области проектирования и применения цифровых и микропроцессорных узлов аудиовизуальной аппаратуры.

### Задачи дисциплины:

1. Ознакомление с принципами функционирования и элементной базой цифровых устройств, номенклатурой их параметров и характеристик.
2. Освоение методов анализа и синтеза цифровых устройств.
3. Ознакомление со спецификой проектирования микроконтроллеров на микропроцессорах.
4. Освоение языка ассемблера для разработки программного обеспечения микроконтроллеров.

## 1.2. Место и роль дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина основывается на знаниях и умениях, приобретенных в ходе изучения предшествующих дисциплин/прохождения практик и взаимосвязана с параллельно изучаемыми дисциплинами:

*нет предшествующих дисциплин*

Освоение дисциплины необходимо как предшествующее для дисциплин и/или практик:

Математическое и компьютерное моделирование в научно-исследовательской работе

Научно-исследовательская работа

Оптоволоконные линии связи

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Преддипломная практика

Разработка IoT-устройств для медиаиндустрии

Системы записи и воспроизведения объемных изображений

## 1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

### Профессиональные компетенции

**Вид деятельности: технологический.**

ПК-10 — Способен подготавливать техническую документацию по эксплуатации программного обеспечения, технического оборудования.

ПК-10.2 — Использует технические характеристики оборудования для подготовки технической документации.

**Знает:** элементную базу и принципы функционирования цифровых устройств и микропроцессоров.

**Умеет:** обосновывать выбор элементной базы, параметров и характеристик применяемых цифровых элементов для реализации цифровых устройств.

**Владеет:** методами проектирования цифровых устройств.

## 2. СТРУКТУРА, ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В КОМПЕТЕНТНОСТНОМ ФОРМАТЕ

### 2.1. Структура и трудоемкость учебной дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 144 академ. час. / 4 зач.ед.

в том числе: контактная работа: 68,5 час.  
самостоятельная работа: 75,5 час.

Вид(ы) промежуточной аттестации, курсовые работы/проекты	Семестр (курс)
экзамен	6

Распределение трудоемкости по периодам обучения:

Семестр	6	Итого
Лекции	16	16
Практические	16	16
Лабораторные	32	32
Консультации	2	2
Самостоятельная работа	42	42
Самостоятельная работа во время сессии	33,5	33,5
<b>Итого</b>	<b>141,5</b>	<b>141,5</b>

### 2.2. Содержание учебной дисциплины

#### Раздел 1. Цифровые устройства

##### Тема 1. 1. Представление информации в цифровой и вычислительной технике

Принципы построения и работы цифровых и микропроцессорных систем. Аппаратно-программные средства реализации вычислительных алгоритмов. Кодирование информации в вычислительной технике. Системы счисления, используемые в вычислительной технике. Основные коды.

##### Тема 1. 2. Основы алгебры логики и теории переключательных функций.

Логические переменные и функции. Основные логические функции и их производные. Основные аксиомы, теоремы и тождества алгебры логики, принцип двойственности. Способы задания и представления логических функций. Таблицы истинности. Совершенные нормальные формы. Минимизация переключательных функций. Диаграммы Вейча, карты Карно. Совместная минимизация нескольких функций.

##### Тема 1. 3. Основы теории цифровых автоматов.

Потенциальные и импульсные сигналы и операторы переходов. Основные операторные тождества. Основная модель асинхронного потенциального автомата. Основная модель синхронного автомата. Функции переходов и выхода автомата. Переходные процессы в синхронном автомате.

##### Тема 1. 4. Логические элементы.

Стандартные интегральные схемы различных серий. Статические и динамические параметры интегральных схем. Элементы с открытым коллекторным выходом и тремя состояниями выхода. Реализация функции «Монтажное ИЛИ». Шинные драйверы. Буферные элементы с тремя состояниями выхода.

##### Тема 1. 5. Комбинационные устройства.

Синтез цифровых комбинационных устройств. Преобразователи кодов. Шифраторы. Приоритетные шифраторы. Матричные шифраторы клавиатуры. Дешифраторы.

Каскадирование дешифраторов.

### **Тема 1. 6. Мультиплексоры и демультимплексоры.**

Мультиплексоры со стробированием и тремя состояниями выхода. Каскадирование мультиплексоров. Применения мультиплексоров–демультимплексоров. Мультиплексор как универсальная комбинационная схема. Компараторы.

### **Тема 1. 7. Арифметические устройства.**

Компараторы. Комбинационные полусумматоры и сумматоры. Сумматоры с последовательным и параллельным переносом. Каскадирование сумматоров. Арифметико-логические устройства.

### **Тема 1. 8. Бистабильная ячейка – триггер.**

Асинхронные потенциальные триггеры. Синхронные триггеры. Импульсные схемы на логических элементах. Триггеры Шмитта. Петля гистерезиса. Интегральные схемы мультивибраторов. Мультивибраторы без перезапуска и с перезапуском. Построение автоколебательных и старт-стопных генераторов на мультивибраторах.

### **Тема 1. 9. Последовательностные устройства.**

Синтез цифровых узлов. Асинхронные потенциальные триггеры типа R–S, их анализ и синтез. Табличный метод отыскания функций возбуждения. Асинхронные потенциальные триггеры типов D. Синтез асинхронных триггеров.

### **Тема 1. 10. Синтез синхронных триггеров**

Синхронные триггеры типов D, JK и T. Словесное описание законов функционирования и табличное задание их функции переходов. Функции возбуждения триггеров. Синтез триггеров D, JK и T.

### **Тема 1. 11. Счетчики импульсов.**

Двоичные и двоично-десятичные счетчики импульсов. Счетчики с унитарным кодированием выходных данных. Асинхронные счетчики импульсов. Синхронные счетчики. Реверсивные счетчики. Каскадирование счетчиков с организацией последовательного и параллельного переносов. Синтез синхронных счетчиков. Проектирование делителей частоты с переключаемым коэффициентом деления. Цифровые синтезаторы частот.

### **Тема 1. 12. Регистры. Полупроводниковые запоминающие устройства.**

Регистры памяти и сдвига. Классификация сдвигающих регистров. Сдвигающие регистры типов SI-SO, SI-PO, PI-SO и PI-PO. Реверсивные сдвигающие регистры. Каскадирование сдвигающих регистров. Применение сдвигающих регистров. Оперативные запоминающие устройства. Статические и динамические запоминающие устройства. Постоянные запоминающие устройства. Программируемые и репрограммируемые запоминающие устройства.

## **Раздел 2. Микропроцессоры**

### **Тема 2. 1. Микропроцессоры и их внутренняя организация.**

Микропроцессор как средство реализации алгоритмов обработки информации. Представление процесса обработки информации на аппаратном и программном уровнях.

### **Тема 2. 2. Общие принципы построения универсальных ЭВМ.**

Структура вычислительной системы. Принципы построения аппаратных средств и программного обеспечения. Аппаратные средства микро-ЭВМ. Архитектура и организация микро-ЭВМ. Система шин. Обмен данными. Трехшинная микроЭВМ.

### **Тема 2. 3. Архитектура однокристалльных микропроцессоров.**

Язык ассемблера. Форматы команд. Код операции и машинные коды команд. Адресация операндов. Машинные циклы. Система команд однокристалльных микропроцессоров. Прерывания. Директивы ассемблера. Ассемблер, компоновщик и отладчик программ.

### **Тема 2. 4. Принципы построения, организации и применения микропроцессорных систем.**

Конфигурация микропроцессорной системы. Интерфейсные устройства микропроцессорных систем. Программное обеспечение микропроцессорных систем. Средства отладки программ. Диагностика микропроцессорных устройств. Принципы использования микропроцессорных средств вычислительной техники в системах управления. Микропроцессорные средства

цифровой обработки сигналов.

### 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСОВ ПО ТЕМАМ И ВИДАМ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

№ п/п	Наименование раздела, (отдельной темы)	Лекции	Лекции с использованием ДОТ	Лабораторные работы	Практические занятия	Практические с использованием ДОТ	Индивидуальные занятия	Итого
<b>1</b>	<b>Цифровые устройства</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>44</b>
1.1	Представление информации в цифровой и вычислительной технике	1	0	0	0	0	0	1
1.2	Основы алгебры логики и теории переключательных функций.	1	0	0	2	0	0	3
1.3	Основы теории цифровых автоматов.	1	0	0	2	0	0	3
1.4	Логические элементы.	1	0	2	0	0	0	3
1.5	Комбинационные устройства.	1	0	2	2	0	0	5
1.6	Мультиплексоры и демультимплексоры.	1	0	2	0	0	0	3
1.7	Арифметические устройства.	1	0	0	0	0	0	1
1.8	Бистабильная ячейка – триггер.	1	0	6	0	0	0	7
1.9	Последовательностные устройства.	1	0	0	2	0	0	3
1.10	Синтез синхронных триггеров	1	0	2	2	0	0	5
1.11	Счетчики импульсов.	1	0	4	2	0	0	7
1.12	Регистры. Полупроводниковые запоминающие устройства.	1	0	2	0	0	0	3
<b>2</b>	<b>Микропроцессоры</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>20</b>
2.1	Микропроцессоры и их внутренняя организация.	1	0	0	0	0	0	1
2.2	Общие принципы построения универсальных ЭВМ.	1	0	0	2	0	0	3
2.3	Архитектура однокристалльных микропроцессоров.	1	0	12	2	0	0	15
2.4	Принципы построения, организации и применения микропроцессорных систем.	1	0	0	0	0	0	1
	<b>ВСЕГО</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>64</b>

### 4. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
-------	---------------------------------	---------------------

1	Логические элементы.	3
2	Дешифраторы.	1,5
3	Мультиплексоры.	1,5
4	Асинхронный и синхронный RS-триггеры.	1,5
5	JK-триггер.	1,5
6	D-триггер.	1,5
7	Счётчики 1.	1,5
8	Счётчики 2.	1,5
9	Регистры.	1,5
10	Микропроцессоры 1.	3
11	Микропроцессоры 2.	3
12	Микропроцессоры 3.	3

#### 5. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (СЕМИНАРЫ)

№ п/п	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1	Основы алгебры логики и теории переключательных функций.	1,5
2	Основы теории цифровых автоматов.	1,5
3	Комбинационные устройства.	1,5
4	Последовательностные цифровые устройства.	1,5
5	Синтез синхронных триггеров.	1,5
6	Синтез синхронных счетчиков.	1,5
7	Общие принципы построения универсальных ЭВМ.	1,5
8	Архитектура однокристалльных микропроцессоров.	1,5

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации с использованием балльно-рейтинговой системы.

Оценочные средства в полном объеме представлены в Фонде оценочных средств по дисциплине «Цифровые устройства и микропроцессоры».

Предусмотрены следующие формы и процедуры текущего контроля и промежуточной аттестации:

<b>Вид(ы) текущего контроля</b>	<b>Семестр (курс)</b>
выполнение и защита лабораторных работ	6
выполнение теста №3	6
выполнение тестов №1 и №2	6
выступление на научной конференции, симпозиуме, семинаре по тематике дисциплины	6
подготовка и защита реферата по тематике дисциплины	6
<b>Вид(ы) промежуточной аттестации, курсовые работы/проекты</b>	<b>Семестр (курс)</b>
экзамен	6

### 6.1. Оценочные средства для входного контроля (при наличии)

Входной контроль осуществляется в форме устного опроса.

Во время проведения аудиторных занятий в свободной форме проводится устный опрос студентов.

Перечень вопросов:

1. Элементы теории строения вещества. Виды связей. Классификация ЭТМ в соответствии с зонной теорией твердых тел.
2. Поляризация диэлектриков. Основные виды поляризации.
3. Диэлектрическая проницаемость газов, жидкостей, твердых тел, сегнетоэлектриков.
4. Явление электрострикции. Пьезоэлектрический эффект.
5. Электропроводность диэлектриков (газов, жидкостей, твердых тел).
6. Диэлектрические потери.
7. Диэлектрические потери в газах, жидкостях, твердых телах.
8. Пробой диэлектриков.
9. Физико-механические, химические и радиационные свойства диэлектриков.
10. Классификация диэлектрических материалов.
11. Линейные полимеры.
12. Каучуки.
13. Композиционные порошковые пластмассы.
14. Пропиточные материалы. Свойства, область применения.
15. Волокнистые материалы.
16. Лакоткани и слоистые пластики.
17. Монокристаллические диэлектрики. Стекла. Керамика.
18. Конденсаторы. Классификация. Маркировка.
19. Основные характеристики конденсаторов.
20. Основные параметры проводниковых материалов.
21. Материалы высокой проводимости и высокого сопротивления. Основные параметры. Область применения.

22. Явление сверхпроводимости.
23. Резисторы. Классификация, обозначение (маркировка).
24. Основные характеристики резисторов.
25. Переменные резисторы. Основные характеристики.
26. Постоянные проволочные и непроволочные резисторы.
27. Припои и флюсы. Назначение, тип, основные параметры.
28. Полупроводники. Воздействие внешних факторов на электропроводность полупроводников.
29. Полупроводниковые материалы.
30. Полупроводниковые диоды, тиристоры.
31. Полупроводниковые транзисторы. Биполярные, полевые.
32. Интегральные микросхемы. Классификация. Обозначения.
33. Намагничивание ферромагнетика. Относительная магнитная проницаемость. Зависимость от частоты и температуры.
34. Классификация магнитных материалов.
35. Магнитомягкие материалы.
36. Потери в магнитных материалах.
37. Магнитотвердые материалы. Постоянные магниты.
38. Применение магнитных материалов специального назначения.
39. Электроника. Основные понятия и термины. Этапы развития.
40. Полупроводники. Проводимость полупроводников.
41. Процессы в p-n переходах.
42. Вольтамперная характеристика p-n перехода.
43. Уравнение Молла-Эберса. Дифференциальное сопротивление p-n перехода.
44. Диоды. Обозначение, параметры и характеристики.
45. Типы диодов: выпрямительные, и импульсные. Примеры использования.
46. Типы диодов: туннельные, обращенные, излучающие. Примеры использования.
47. Типы диодов: диоды Шоттки, варикапы. Примеры использования.
48. Виды пробоя p-n переходов. Стабилитроны и стабилиторы. Примеры использования.
49. Основные параметры усилительного каскада. Обратные связи.
50. Биполярные транзисторы. Типы, принцип действия. Схемы включения.
51. Соотношения между токами в биполярных транзисторах. Режимы работы.
52. Модель Молла-Эберса для биполярного транзистора.
53. Физическая модель биполярного транзистора. Физические параметры транзисторов.
54. Дифференциальные параметры биполярного транзистора.
55. Схема с ОЭ. Назначение элементов.
56. Схема с ОЭ. Параметры схемы. Вольтамперные характеристики.
57. Тиристоры. Обозначение, принцип действия, транзисторная модель.
58. Тиристоры. Параметры и характеристики. Пример использования.
59. Полевые транзисторы. Классификация.
60. Полевые транзисторы с управляющим p-n переходом. Принцип действия.
61. Полевые транзисторы с управляющим p-n переходом. Обозначение, параметры и характеристики.
62. МДП полевые транзисторы с встроенным каналом. Принцип действия. Обозначение, параметры и характеристики.
63. МДП полевые транзисторы с индуцированным каналом. Принцип действия. Обозначение, параметры и характеристики.
64. Логические элементы. Инвертор КМОП.

По результатам входного контроля определяются знания обучающегося, что в дальнейшем определяет направленность и глубину проработки тем занятий изучаемой дисциплины.

## 6.2. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Примерные вопросы для защиты лабораторных работ.

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.

- 1.Какая разница между элементами И и И-НЕ, ИЛИ и ИЛИ-НЕ?
- 2.Напишите логические выражения и составьте таблицы истинности для элементов ЗИ и ЗИЛИ-НЕ, 2И-НЕ, 2ИЛИ-НЕ.
- 3.На один из входов логического элемента подается информационный сигнал, на другой (вход стробирования) - импульс, разрешающий или запрещающий прохождение сигнала на выход. Импульс, разрешающий прохождение сигнала на выход, называется стробирующим. Какой разрешающий сигнал («0» или «1») нужно подавать на вход стробирования элементов И, ИЛИ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ?
- 4.Какой логический уровень будет на выходе, если запрещающий сигнал подан на вход стробирования элементов И, ИЛИ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ?
- 5.Какие логические элементы требуют «0» разрешающего сигнала?
- 6.Какие логические элементы требуют стробирующего импульса положительной полярности?
- 7.Одинаков ли уровень разрешающего сигнала для элементов ИЛИ и ИЛИ-НЕ? Если да, то какой? Чем отличаются их выходные сигналы?

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2.

- 1.Как использовать в качестве схемы НЕ (инвертора) элементы 2И-НЕ, 2ИЛИ-НЕ, 3И-НЕ, 3ИЛИ-НЕ? Приведите возможные варианты схем.
- 2.Предложите способы применения элементов 3И в качестве 2И, 3ИЛИ в качестве 2ИЛИ, 3И-НЕ в качестве 2И-НЕ.
- 3.Реализуйте операции 2И и 2ИЛИ с использованием элементов 2ИЛИ-НЕ.
- 4.Реализуйте операции 2И и 2ИЛИ с использованием элементов 2И-НЕ.
- 5.Как реализовать операцию 3И с использованием элементов 2И? 3И-НЕ с использованием 2И-НЕ? 3ИЛИ-НЕ с использованием 2ИЛИ-НЕ?
- 6.Составьте схему для реализации выражения ( ) с применением элементов 2И-НЕ (используйте теорему де Моргана). Входные сигналы - А, В, С.
- 7.Составьте схему для реализации выражения ( ) с применением элементов 2ИЛИ-НЕ. Входные сигналы - А, В, С.
- 8.Составьте принципиальную схему устройства, на выходе которого должен быть сигнал (А+В), если на входе используются сигналы и .
- 9.Предложите несколько логических выражений для операции ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ. Составьте принципиальную схему устройства, реализующего операцию ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ на элементе 2И-НЕ и 2ИЛИ-НЕ.
- 10.Проанализируйте таблицу истинности элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ и рассмотрите возможность его использования в качестве управляемого переключателя полярности. При этом на один вход подается информационный сигнал, на другой - управляющий. Определите, при каком уровне («0» или «1») управляющего напряжения полярности входного и выходного сигналов противоположны.

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3.

- 1.Что такое триггер? RS-триггер?
- 2.В чем различие в работе триггеров со входами R, S и , ?
- 3.При каких сигналах и триггер устанавливается в состояние «0»?
- 4.При какой комбинации сигналов и состояние триггера не меняется?
- 5.Что такое логически недопустимая комбинация входных сигналов RS-триггера?
- 6.Что такое мультивибратор?
- 7.Что общего между RS - триггером и мультивибратором?
- 8.Чем ждущий и автоколебательный мультивибраторы отличаются от RS-триггера?
- 9.Составьте принципиальную схему ждущего мультивибратора на элементах 2И-НЕ.

Рассчитайте параметры элементов схемы при

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4.

1. В какое состояние устанавливается этот триггер, если сигнал на входе J не равен сигналу K? Когда записывается информация в триггер? Когда изменяются уровни выходных сигналов триггера?
2. Как работает триггер при J=K?
3. Как установить триггер в состояние «0» с использованием J и K входов?
4. Предложите схемы использования JK - триггера в качестве RS-триггера и D-триггера.
5. Как построить делитель частоты на 2 с использованием JK-триггера?
6. Составьте схему делителя частоты на 8 с использованием JK-триггера.
7. Спроектируйте JK - триггер на основе RS - триггера.

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5.

1. Что такое D-триггер? Спроектируйте D-триггер на логических элементах.
2. Приведите схему статического D-триггера?
3. Спроектируйте D-триггер на RS-триггере типа MS.
4. Какие сигналы необходимо подать на входы статического синхронного D-триггера для установки его в «1»?
5. Опишите особенности использования статического D-триггера как элемента памяти. В какой момент фиксируются входные данные?
6. В чем отличие динамического D-триггера от статического?
7. Как использовать динамический D-триггер в качестве делителя частоты?
8. Сопоставьте работу статического и динамического D-триггеров как фиксаторов данных. Приведите временные диаграммы, поясняющие их сходство и различие.

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6.

1. Нарисуйте УГО интегральной схемы 74 155 (1533 ИД4). Сформулируйте функциональное назначение этой ИС.
2. Что такое дешифратор?
3. Какие дешифраторы серии 74 (1533) Вы знаете?
4. Каковы активные уровни входных и выходных сигналов дешифратора ИД4?
5. Дайте характеристику входов стробирования ИД4.
6. Составьте принципиальную схему дешифратора на 8 выходов на ИС 1533ИД4.
7. Сколько корпусов ИС 1533ИД4 потребуется для построения дешифратора на 16 выходов? На 32 выхода? Приведите схему на 16 выходов.
8. Объясните различия между дешифратором и демультиплексором.
9. Можно ли использовать в качестве демультиплексора дешифратор без стробирования?
10. Как использовать в режиме демультиплексора на 8 выходов ИС 1533ИД4? составьте принципиальную схему.

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7.

1. Нарисуйте УГО ИС 74151 (1533КП7). Сформулируйте функциональное назначение этой ИС.
2. Что такое мультиплексор?
3. Опишите с помощью справочника мультиплексоры серии 74 (1533).
4. Как осуществляется стробирование в мультиплексоре КП7? Какие преимущества дает наличие входа стробирования?
5. Составьте схему мультиплексора на 4 входа на элементах 2И-НЕ.
6. Составьте схему мультиплексора на 32 входа на основе ИС 1533КП7.
7. Составьте таблицы истинности устройства контроля четного и нечетного паритета для 3- и 4-разрядного слова данных. Разработайте схемы устройств на основе схемы мультиплексора на 8 входов.

8. Если двоичный код на адресных входах мультиплексора циклически меняется от 000 до 111 через интервал времени  $T$ , на выходе появляется импульсный сигнал с периодом  $8T$ , значение которого на 8 соседних интервалах периода определяются уровнями сигналов на информационных входах. Составьте схему формирователя сигнала, представляющего собой код Морзе одной буквы. Используйте схему мультиплексора на 8 входов. Полагайте длительность “точки” равной 1 интервалу, “тире”-2, промежутка между “точками” и “тире” -1 интервалу. Промежутки между соседними посылками кода буквы должны составлять 2 интервала. Выберите букву Вашего имени, код которой при этих условиях занимает не более 8 интервалов.

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8.

1. Что такое полусумматор? Приведите его таблицу истинности, схему и логические выражения для выходных сигналов.
2. Приведите УГО и сформулируйте назначение полного одноразрядного сумматора. Чем он отличается от полусумматора?
3. Что такое сумматор с последовательным переносом? Приведите его структурную схему.
4. Дайте определение функций генерации и распространения переноса.
5. Какие преимущества дает параллельный перенос? Приведите схему сумматора с параллельным переносом.
6. Как определяются прямой, обратный и дополнительный коды? Приведите 5 примеров для 4-разрядных чисел.
7. Как можно выполнить вычитание с помощью сумматора?
8. Приведите таблицу переключений и схему одноразрядного компаратора.
9. Нарисуйте УГО ИС ИПЗ. Сформулируйте функциональное назначение этой ИС. Охарактеризуйте все выводы.

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9.

1. Составьте схему, приведите таблицу состояний и временные диаграммы для двоичного суммирующего асинхронного счетчика с модулем счета  $K=4$ .
2. Повторите п. 1 для вычитающего счетчика.
3. Рассчитайте максимальную частоту входных импульсов для 4-х разрядного асинхронного счетчика, если задержка переключения одного триггера равна 25 нс.
4. Нарисуйте УГО ИС ИЕ5. Сформулируйте функциональное назначение этой ИС.
5. Приведите два возможных варианта включения ИЕ5 в качестве 4-х разрядного счетчика, используя различные варианты соединения триггера и 3-х разрядного счетчика.
6. Составьте схему счетчика с модулем счета  $K=256$  на основе ИС 155ИЕ5.
7. Опишите принцип построения двоично-десятичного счетчика.
8. Нарисуйте УГО ИС ИЕ2. Сформулируйте функциональное назначение этой ИС.
9. Приведите два возможных варианта включения ИЕ2 в качестве счетчика с модулем  $K=10$ . В каком варианте выходной код будет двоично-десятичным кодом числа поступающих импульсов?
10. Составьте схему счетчика с модулем счета  $K=1000$  на основе ИС 155ИЕ2.

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10.

1. Составьте схему, приведите таблицу переключений и временные диаграммы для 2-х разрядного синхронного суммирующего счетчика.
2. Повторите п. 1 для вычитающего синхронного счетчика.
3. Сформулируйте функциональное назначение ИС счетчиков серии 155 и 531.
4. Нарисуйте УГО ИС ИЕ9 и ИЕ10. Охарактеризуйте выводы этих ИС.
5. Какие уровни сигналов должны быть на входах L, E, CE, R при работе ИЕ9 в качестве счетчика с модулем  $K=10$ ?
6. В чем различие входов E и CE?

7. Рассчитайте максимальную частоту входных импульсов для 4-х разрядного синхронного двоичного счетчика, если задержка переключения одного триггера равна 25 нс.
8. Приведите временные диаграммы, подтверждающие расчет по п. 7.

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11.

1. Составьте схему счетчика с модулем счета  $K=256$  на основе ИС 1533ИЕ10. Приведите варианты схемы с синхронной (параллельной) и полусинхронной (параллельно-последовательной) организацией.
2. Составьте схему счетчика с модулем счета  $K=1000$  на основе ИС 1533ИЕ9. Приведите также два варианта схемы.
3. Что такое программируемый счетчик?
4. Составьте схему программируемого счетчика. Подключите выход переноса ко входу загрузки через инвертор на базе 2И-НЕ. Модуль счета будет определяться кодом на входах D0..D3. используйте ИС 1533ИЕ9 (1533ИЕ10) и 1533ЛА3.
5. Что такое ждущий мультивибратор? Цифровой мультивибратор? Программируемый цифровой мультивибратор?
6. Составьте схему программируемого ждущего цифрового мультивибратора. Импульсы запуска положительной полярности подаются на второй вход логического элемента 2И-НЕ по п.4. Добавьте инвертор, вход которого подключите к выходу переноса ИС счетчика, а выход – ко входу разрешения счета. Выход этого инвертора будет выходом мультивибратора.

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 12.

1. Что такое регистр?
2. Приведите классификацию регистров.
3. Составьте схему 4-х разрядного регистра памяти на основе ИС 1533ТМ5.
4. Составьте схему 4-х разрядного регистра сдвига на основе ИС 1533ТМ2. (Если Ваш порядковый номер по журналу четный, то сдвиг вправо, если нечетный – то влево).
5. Можно ли построить регистр сдвига на ИС 1533ТМ5? 1533ТВ1? Обоснуйте ответ.
6. Приведите схему изменения направления сдвига в регистре.
7. Нарисуйте УГО ИС ИР13 с указанием номеров выводов. Сформулируйте функциональное назначение этой ИС.
8. Составьте схему кольцевого счетчика с модулем счета, равным 4. используйте ИС 1533ИР13 и любые логические элементы.

Примерные тестовые задания:

Тест №1:

1. Разработайте полный одноразрядный сумматор. Обозначьте и опишите входные и выходные переменные, укажите их активные уровни, составьте табличное описание, логические формулы в возможно более простом виде и принципиальную схему. Схема должна быть составлена в двух вариантах:
  - с использованием логических элементов;
  - с использованием стандартных интегральных микросхем средней степени интеграции (например, дешифраторов, мультиплексоров).
2. Разработайте устройство, вычисляющее дополнение до 3 входного 2-разрядного слова. Входное и выходное слова задаются в двоичном коде. Обозначьте и опишите входные и выходные переменные, укажите их активные уровни, составьте табличное описание, логические формулы в возможно более простом виде и принципиальную схему.

Схема должна быть составлена в двух вариантах:

- с использованием логических элементов,
- с использованием стандартных интегральных микросхем средней степени интеграции (например, дешифраторов, мультиплексоров).

3. Разработайте 3-входной приоритетный шифратор, который формирует на выходе двоичный код, соответствующий номеру входа с активным уровнем. Если активный уровень присутствует на нескольких входах, то выходной код соответствует входу с наибольшим номером.

Обозначьте и опишите входные и выходные переменные, укажите их активные уровни, составьте табличное описание, логические формулы в возможно более простом виде и принципиальную схему.

Схема должна быть составлена в двух вариантах:

- с использованием логических элементов,
- с использованием стандартных интегральных микросхем средней степени интеграции (например, дешифраторов, мультиплексоров)

Тест №2:

1. Разработайте схему двухступенчатого D-триггера. В качестве элемента памяти переменной состояния используйте двухступенчатый (типа MS) RS-триггер.

Составьте схему триггера как цифрового автомата. Обозначьте входные и выходные переменные компонентов схемы. Составьте табличное описание, логические формулы в наиболее простом виде и принципиальную схему триггера.

2. Разработайте схему двухступенчатого JK-триггера. В качестве элемента памяти переменной состояния используйте двухступенчатый (типа MS) RS-триггер.

Составьте схему триггера как цифрового автомата. Обозначьте входные и выходные переменные компонентов схемы. Составьте табличное описание, логические формулы в наиболее простом виде и принципиальную схему триггера.

3. Разработайте схему двухступенчатого RS-триггера E-типа. В качестве элемента памяти переменной состояния используйте двухступенчатый (типа MS) JK-триггер.

RS-триггер E-типа - триггер с двумя информационными входами R и S. При  $R=S=1$  состояние триггера с приходом тактового импульса не меняется, при всех остальных комбинациях информационных сигналов он работает как обычный RS-триггер.

Составьте схему триггера как цифрового автомата. Обозначьте входные и выходные переменные компонентов схемы. Составьте табличное описание, логические формулы в наиболее простом виде и принципиальную схему триггера.

Задача С-1

Разработайте схему двоичного синхронного суммирующего счетчика с модулем счета, равным

4. Счетчик должен иметь вход разрешения переноса и выход переноса. В качестве элементов памяти переменных состояния используйте динамические Т-триггеры.

Составьте схему счетчика в виде цифрового автомата. Обозначьте входные и выходные переменные компонентов схемы. Составьте табличное описание, логические формулы в наиболее простом виде и принципиальную схему счетчика.

Тест №3:

1. Разработайте схему двоичного синхронного суммирующего счетчика с модулем счета, равным 4. Счетчик должен иметь вход разрешения переноса и выход переноса. В качестве элементов памяти переменных состояния используйте динамические D-триггеры. Составьте схему счетчика в виде цифрового автомата. Обозначьте входные и выходные переменные компонентов схемы. Составьте табличное описание, логические формулы в наиболее простом виде и принципиальную схему счетчика.

2. Разработайте схему двоичного синхронного вычитающего счетчика с переключаемым модулем счета. Если входной сигнал  $V=0$ , то модуль счета равен 3, если  $V=1$ , то модуль равен 4. В качестве элементов памяти переменных состояния используйте динамические T-триггеры. Составьте схему счетчика в виде цифрового автомата. Обозначьте входные и выходные переменные компонентов схемы. Составьте табличное описание, логические формулы в наиболее простом виде и принципиальную схему счетчика.

3. Разработайте схему двоичного синхронного вычитающего счетчика с модулем счета, равным 7. В качестве элементов памяти переменных состояния используйте динамические JK-триггеры. Составьте схему счетчика в виде цифрового автомата. Обозначьте входные и выходные переменные компонентов схемы. Составьте табличное описание, логические формулы в наиболее простом виде и принципиальную схему счетчика.

### **6.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Вопросы для подготовки к экзамену:

1. Представление информации в цифровых системах и основные коды: двоичный код, двоично-десятичный код, унитарный код, прямой, обратный и дополнительный коды.
2. Основные логические функции и их производные. Логические элементы.
3. Логические элементы как схемы временной селекции.
4. Схемотехническая реализация логических элементов. Элементы с открытым коллектором и тремя состояниями.
5. Проектирование комбинационных цифровых устройств: задачи проектирования; формы описания; составление логических функций; минимизация логических функций; логические состязания и способы их устранения.
6. Преобразователи кодов. Шифраторы, дешифраторы.
7. Использование дешифратора в качестве универсальной комбинационной схемы.
8. Преобразователи двоично-десятичного кода в код семисегментного индикатора. Семисегментные индикаторы.
9. Схемы контроля четности и нечетности.
10. Мультиплексоры и демультимплексоры.
11. Использование мультиплексора в качестве универсальной комбинационной схемы.
12. Арифметические устройства. Компаратор, полусумматор.
13. Полный одноразрядный сумматор.
14. Многоразрядные сумматоры.
15. Вычитание двоичных чисел. Преобразование прямого кода в дополнительный код.
16. Бистабильная ячейка. Асинхронный RS-триггер.
17. Триггер Шмитта.
18. Ждущий мультивибратор. Автоколебательный мультивибратор.
19. Статический синхронный RS-триггер.
20. Двухступенчатый RS-триггер типа M-S.
21. Динамический RS-триггер.
22. Проектирование последовательностных цифровых устройств: задачи проектирования; основная модель (цифровые автоматы Мили и Мура, аналитическое описание, таблицы, графы) и принципы проектирования; синтез триггеров; синтез синхронных счетчиков.
23. Синтез D-триггера.

24. Синтез Т-триггера.
25. Синтез JK-триггера.
26. Асинхронный двоичный счетчик.
27. Синтез синхронного двоичного счетчика.
28. Синтез синхронного счетчика с переключаемым модулем счета.
29. Синтез синхронного двоичного реверсивного счетчика.
30. Синтез двоично-десятичного счетчика.
31. Синтез счетчика с предварительной параллельной установкой.
32. Синтез синхронных счетчиков с наращиваемой разрядностью.
33. Счетчики с переменным модулем счета. Программная реализация.
34. Счетчики с переменным модулем счета. Аппаратная реализации.
35. Синтез кольцевого счетчика.
36. Регистры памяти.
37. Регистры сдвига.
38. Универсальные регистры.
39. Цифровые мультивибраторы.
40. Обработка асинхронных сигналов. Устранение влияния вибраций механических контактов. Синхронизация асинхронных сигналов.
41. Статические оперативные запоминающие устройства. Принципы построения схемы, динамические параметры, увеличение информационной емкости.
42. Динамические оперативные запоминающие устройства. Принципы построения схемы, временные диаграммы работы, принципы регенерации данных.
43. Постоянные запоминающие устройства. Принципы построения схемы, динамические параметры. Масочные, программируемые, перепрограммируемые ПЗУ.
44. Программируемые логические интегральные схемы. Программируемые логические матрицы. Программируемые логические приборы. Принципы построения, применение для синтеза цифровых устройств.
45. Принципы построения аппаратных средств и программного обеспечения вычислительных машин.
46. Основные параметры микропроцессора серии 8051. Структурная схема микропроцессора. Назначение элементов. Входные и выходные сигналы.
47. Система команд микропроцессора серии 8051. Группы команд. Форматы данных и команд. Способы адресации.
48. Принципы управления микропроцессорной системой на основе микропроцессора серии 8051. Слово состояния процессора. Системный контроллер. Тактовый генератор.
49. Интерфейс микропроцессора серии 8051с оперативным запоминающим устройством и постоянным запоминающим устройством.
50. Интерфейс микропроцессора серии 8051с устройствами ввода и вывода данных.

#### 6.4. Балльно-рейтинговая система

Оценка успеваемости с применением балльно-рейтинговой системы заключается в накоплении обучающимися баллов за активное, своевременное и качественное участие в определенных видах учебной деятельности и выполнение учебных заданий в ходе освоения дисциплины.

Конкретные виды оцениваемой деятельности	Количество баллов за 1 факт (точку) контроля	Количество фактов (точек) контроля	Баллы (максимум)
Обязательная аудиторная работа			
Выполнение тестов №1 и №2	5	2	10
Выполнение и защита лабораторных работ	4	12	48
Обязательная самостоятельная работа			
Выполнение теста №3	12	1	12
Дополнительная аудиторная и самостоятельная работа (премиальные баллы)			
Подготовка и защита реферата по тематике дисциплины	15	1	15
Выступление на научной конференции, симпозиуме, семинаре по тематике дисциплины	15	1	15
ИТОГО в рамках текущего контроля	70 баллов		
ИТОГО в рамках промежуточной аттестации	30 баллов		
ВСЕГО по дисциплине за семестр	100 баллов		

Итоговая оценка по дисциплине выставляется на основе накопленных баллов в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации в соответствии с таблицей:

#### Система оценивания результатов обучения по дисциплине

Шкала по БРС	Отметка о зачете	Оценка за экзамен, зачет с оценкой
85 – 100	зачтено	отлично
70 – 84		хорошо
56 – 69		удовлетворительно
0 – 55	не зачтено	неудовлетворительно

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ, ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

### **7.1. Литература**

1. Опадчий, Ю. Ф. Аналоговая и цифровая электроника (полный курс) : учебник для вузов / Ю. Ф. Опадчий, О. П. Глудкин, А. И. Гуров. - М. : Горячая линия-Телеком, 2005. - 768 с. : ил. - (Специальность). - ISBN 5-935170-02-7. - Текст : непосредственный.  
<https://www.gukit.ru/lib/catalog>
2. Смирнов, Ю.А. Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 496 с.  
<https://e.lanbook.com/reader/book/12948/#1>
3. Рафиков, Р. А. Электронные сигналы и цепи. Цифровые сигналы и устройства : учебное пособие / Р. А. Рафиков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-2134-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: для авториз. пользователей.  
<https://e.lanbook.com/book/212318>
4. Нарышкин, А. К. Цифровые устройства и микропроцессоры [Текст] : учебное пособие для вузов: рекомендовано методсоветом по направлению / А. К. Нарышкин. - 2-е изд., стереотип. - М. : Академия, 2008. - 320 с.  
<https://www.gukit.ru/lib/catalog>
5. Гласман К.Ф., Покопцева М.Н. Цифровые устройства и микропроцессоры [Текст]: Учеб. пособие Часть 1. - СПб.: Изд-во СПбГУКиТ, 2008. - 86 с.  
<https://www.gukit.ru/lib/catalog>
6. Пухальский, Г. И. Проектирование цифровых устройств : учебное пособие / Г. И. Пухальский, Т. Я. Новосельцева. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 896 с. — ISBN 978-5-8114-1265-5  
<https://e.lanbook.com/reader/book/68474/>

### **7.2. Интернет-ресурсы**

1. Mediavision: информационно-технический журнал. - URL: <http://mediavision->
2. Компьютерная обработка видеоизображения. - URL: [http://www.videoton.ru/theory\\_comp.html](http://www.videoton.ru/theory_comp.html)
3. Аналоговые и цифровые сигналы. Чем цифровой сигнал отличается от аналогового (видеолекция)? - URL: <https://www.youtube.com/watch?v=V9RQsHGjvWE>
4. Цифровая кинокамера ARRI ALEXA 65. - URL: <https://total3d.ru/photo->

### **7.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение**

Использование лицензионного программного обеспечения по дисциплине «Цифровые устройства и микропроцессоры» не предусмотрено.

### **7.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Электронный каталог библиотеки СПбГИКиТ. <https://www.gukit.ru/lib/catalog>  
Электронная библиотечная система издательства «ЛАНЬ». <http://e.lanbook.com>

## 7.5. Материально-техническое обеспечение

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
Учебная аудитория	Рабочее место преподавателя, оборудованное компьютером и мультимедийным проектором. Рабочие места обучающихся. Доска (интерактивная доска) и/или экран.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Рабочие места обучающихся оборудованные компьютерами с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду института.

## **8. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Методические рекомендации по изучению дисциплины представляют собой комплекс рекомендаций и разъяснений, позволяющих студенту оптимальным образом организовать процесс изучения дисциплины «Цифровые устройства и микропроцессоры».

Студенту необходимо оптимально распределить время, отведенное на самостоятельную работу и направленное на изучение дисциплины. Самостоятельная работа включает изучение конспекта лекций по соответствующей теме, а также использование литературы, приведенной в РП, и направлена на:

- подготовку к практическим занятиям;
- подготовку к выполнению и защите лабораторных работ;
- подготовку к выполнению письменных тестов №1 и №2 и самостоятельное выполнение теста №3 (по вариантам),

Для получения экзамена по данной дисциплине студент должен:

- выполнить лабораторные работы, подготовить и защитить отчёты;
- успешно выполнить 3 письменных теста (по вариантам);
- ответить на поставленные вопросы на экзамене.