

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Смоленский государственный университет»

Кафедра физики и технических дисциплин

*«Утверждаю»*  
Проректор по учебно-методической работе  
\_\_\_\_\_ Ю.А. Устименко  
«09» сентября 2021 г.

### **Рабочая программа дисциплины**

#### **Б1.В.05 Цифровые устройства и микропроцессоры**

Направление подготовки: **11.03.01 Радиотехника**

Направленность (профиль): **Радиоэлектронные системы и комплексы**

Форма обучения: очная

Курс – 3

Семестр – 5,6

Всего зачетных единиц – 10; часов – 360

Форма отчетности: зачет – 5 семестр, экзамен – 6 семестр

Программу разработал: кандидат технических наук, доцент А.В. Протасов, ассистент Красавцев О.О.

Одобрена на заседании кафедры  
«02» сентября 2021 г., протокол № 1

Смоленск  
2021

### 1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Цифровые устройства и микропроцессоры» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, основной образовательной программы по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника (направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы).

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин «Радиоматериалы и радиокомпоненты», «Основы электроники и схемотехники», «Основы теории радиотехнических цепей и сигналов».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении дисциплин «Цифровая обработка сигналов», «Программирование цифровой электроники», прохождении производственной (технологической (проектно-технологической) практики, преддипломной практики, выполнении выпускной квалификационной работы.

### 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенции	Индикаторы достижения
<b>ПК-3.</b> Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	<b>Знать:</b> принципы конструирования отдельных деталей, узлов и устройств радиотехнических систем <b>Уметь:</b> проводить оценочные расчеты характеристик деталей, узлов и устройств радиотехнических систем <b>Владеть:</b> навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем
<b>ПК-5.</b> Способен осуществлять организационно-методическое обеспечение технической эксплуатации радиоэлектронных систем и комплексов	<b>Знать:</b> общие технические требования к радиоэлектронным системам и комплексам; сведения о конструкции, принципе действия, характеристиках радиоэлектронных систем и комплексов; методы технического сопровождения радиоэлектронных систем и комплексов; методы и средства контроля технического состояния радиоэлектронных систем и комплексов <b>Уметь:</b> планировать мероприятия по техническому обслуживанию радиоэлектронных систем и комплексов при непосредственной их эксплуатации, хранении, транспортировании; проводить рекламационные работы для устранения возникших во время эксплуатации неисправностей в радиоэлектронных системах, комплексах и их составных частях <b>Владеть:</b> методами планирования и проведения мероприятий по техническому обслуживанию радиоэлектронных систем и комплексов; методиками проведения профилактических, ремонтных работ по обеспечению и восстановлению работоспособного состояния и ресурсов радиоэлектронных систем и комплексов.

### 3. Содержание дисциплины

#### Раздел 1. Цифровые устройства.

**Введение.** Предмет и задачи дисциплины «Цифровые устройства и микропроцессоры». Значение раздела «Цифровые устройства» для изучения всей дисциплины. Общее состояние отечественной и зарубежной цифровой микросхемотехники. Характеристики и параметры цифровых сигналов. Методы синтеза импульсных сигналов произвольной формы.

**Основы алгебры логики и переключательных функций.** Операции алгебры логики (булевой алгебры). Понятие переключательной функции, сингулярные и бинарные функции. Основные теоремы, аксиомы и тождества, используемые для упрощения логических выражений. Принцип двойственности. Теорема де Моргана. Способы представления функций: словесное описание, таблица истинности, алгебраическое выражение (структурная формула). Переход от структурной формулы к логической схеме и обратно. Логические базисы, реализующие функционально полную систему. Логические функции: отрицание дизъюнкции и отрицание конъюнкции. Понятие об универсальных логических элементах. Минимизация логических функций. Понятие о минтермах и макстермах. Совершенная дизъюнктивная нормальная форма (СДНФ). Совершенная конъюнктивная нормальная форма (СКНФ). Основные методы минимизации (получение тупиковой формы). Алгебраический метод. Метод карт Карно-Вейча. Недоопределенные функции. Табличный метод Квайна-МакКласки.

**Основы цифровой техники.** Представление целых и дробных чисел в разных системах счисления. Двоичная, восьмеричная, десятичная и 16-ричная системы счисления. Перевод чисел из одной системы счисления в другую. Двоично-десятичная система кодирования чисел. Наиболее распространенные виды двоично-десятичного кодирования: двоично-десятичный код 8-4-2-1, код Айкена (2-4-2-1), код «с избытком 3», код «два из пяти», код Джонсона и код Грея. Формы представления чисел. Числа с фиксированной точкой. Представление знака числа. Числа с плавающей точкой. Понятие об обратном и дополнительном кодах.

**Комбинационные устройства.** Задачи синтеза комбинационного устройства. Устройство неравнозначности (сумма по модулю два) и его свойства. Устройство равнозначности. Устройство «Запрет». Схемы сравнения двоичных чисел. Драйверы и шинные формирователи. Дешифраторы, демультиплексоры, мультиплексоры и шифраторы. Полные и неполные дешифраторы (декодеры). Демультиплексоры, их назначение, вопросы синтеза и каскадирования. Шифраторы и кодопреобразователи. Арифметико-логические устройства. Полусумматоры и полные сумматоры. Умножители двоичных чисел на двоичных сумматорах.

**Цифровые автоматы.** Потенциальные и импульсные сигналы. Операторы перехода. Основные тождества, связывающие потенциальные и импульсные сигналы. Модели асинхронных и синхронных потенциальных автоматов. Синтез схем. Триггеры. Асинхронные потенциальные триггеры RS-типа с инверсными и прямыми входами. Триггеры типа E и JK. Синтез асинхронных потенциальных триггеров. Функции возбуждения. Счетный режим. T-триггер. Синхронные триггеры. Синхронные триггеры типа RSC, типа JK и типа D. MS-триггер. Функция возбуждения синхронных триггеров и общая методика их синтеза. Счетный режим в триггерах типа JK и D. Сдвигающие регистры. Классификация сдвигающих регистров. Простые сдвигающие регистры. Реверсивные сдвигающие регистры. Универсальные сдвигающие регистры. Счетчики. Двоичные и двоично-десятичные счетчики. Каскадирование счетчиков. Реверсивные счетчики, особенности их каскадирования. Программируемые счетчики. Счетчики на сдвигающих регистрах. Счетчики с произвольным модулем счета. Счетчики Джонсона.

**Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи.** Аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Классификация АЦП по времени преобразования. АЦП параллельного типа. АЦП с промежуточным преобразованием напряжения во временной интервал. Принципы конвейерной обработки в АЦП. Точность работы АЦП и факторы, влияющие на точность преобразования. Цифроаналоговые преобразователи (ЦАП). Принципы работы ЦАП. Использование матрицы R-2R. Методы умножения аналоговых сигналов. Получение среднеквадратичного значения сигнала.

**Полупроводниковые запоминающие устройства.** Основные параметры запоминающих устройств (ЗУ). Адресация, информационная емкость, разрядность. Единицы для выражения значений емкости ЗУ. Быстродействие ЗУ. Понятие о времени выборки и

цикле записи. Характеристика ЗУ по потребляемой мощности, набору питающих напряжений и времени хранения информации. Оперативные запоминающие устройства (ОЗУ). Типовая структура ОЗУ матричного вида. Управляющие цепи для обеспечения режима хранения, чтения и записи информации. Определение числа строк и столбцов матрицы элементов памяти. Условное обозначение микросхемы ОЗУ. Временные диаграммы сигналов. Схема наращивания разрядности. Динамические ОЗУ. Постоянные запоминающие устройства (ПЗУ). Классификация ПЗУ по способу занесения информации. ПЗУ, программируемые маской на предприятии-изготовителе. ПЗУ, программируемые пользователем. Перепрограммируемые ПЗУ (ППЗУ). Способы стирания информации.

## **Раздел 2. Микропроцессоры.**

**Введение.** Общие вопросы построения микропроцессоров (МП) при использовании различных микропроцессорных комплектов. Микропроцессорные комплекты, выпускаемые промышленностью, их назначение и оценка, стандартизованная система обозначений. МП, выпускаемые зарубежными фирмами INTEL, ZILOG, MOTOROLA.

**Особенности архитектуры микропроцессоров.** Трехшинная архитектура микропроцессорной системы. Структурная схема микропроцессорной системы с трехшинной архитектурой, ее основные узлы: центральный процессор, память и внешние устройства. Назначение шин адреса, данных и управления. Основные сигналы управления операциями ввода/вывода. Однокристалльные МП. Структурная схема однокристалльных МП на примере МП КР580ВМ80. Основные узлы МП, буферы шин адреса и данных, регистры общего назначения (РОН), регистр команд, программный счетчик, схема синхронизации и управления, арифметико-логическое устройство (АЛУ), указатель стека. Однокристалльные микроЭВМ. Структурная схема однокристалльных микроЭВМ и ее основные узлы: регистры общего назначения (РОН), внутреннее оперативное запоминающее устройство и стек, внутреннее постоянное запоминающее устройство, программный счетчик, схема синхронизации и управления, АЛУ, внутренний таймер, интерфейс ввода/вывода. Программируемый ввод/вывод (ВВ). Программируемый ВВ с квитированием. ВВ по прерыванию. ВВ с прямым доступом к памяти.

**Аппаратные средства микропроцессорных систем.** Генераторы, системные контроллеры и шинные формирователи. Генератор тактовых импульсов. Структурная схема генератора. Схема подключения генератора к центральному процессорному элементу. Формирование сигнала СТРОБ СОСТОЯНИЯ. Использование сигналов СБРОС и ГОТОВНОСТЬ. Установка МП в режим ожидания на заданное время. Обеспечение шагового режима. Структурная схема системного контроллера, его назначение и принцип действия. Шинные формирователи. Назначение, структурная схема и принцип действия. Интерфейс ввода/вывода. Интерфейс параллельного и последовательного ввода/вывода. Структурная схема программируемого интерфейса.

**Общие вопросы программного обеспечения микропроцессорных систем.** Программное обеспечение МП с фиксированным набором команд. Программная модель МП. Внутренние регистры: регистры данных, регистры управления. Внешние регистры: память, средства ввода/вывода. Принцип программного объединения 8-ми битных РОН в 16-ти битные регистровые пары. Н-пара как основной указатель памяти. Прямая адресация. Непосредственная адресация. Регистровая адресация. Косвенная адресация. Возможность программного осуществления индексной адресации. Системы команд. Разделение системы команд МП на группы в соответствии с их функциональным назначением. Группы команд пересылки, арифметических и логических операций, передачи управления и группа специальных команд. Программирование на машинном языке. Формат бланка при программировании на машинном языке.

**Особенности программирования на языке АССЕМБЛЕРА.** Поля ассемблерной строки. Стандартный формат бланка для ассемблерных программ. Поле метки. Примеры допустимых и недопустимых меток. Поле мнемоники. Длина поля мнемоники. Однозначное соответствие мнемоники и машинного кода операции. Понятие о мнемонике как о ключевом

слове АССЕМБЛЕРА. Поле операнда. Адреса памяти как операнды. Команды, имеющие пустое поле операнда. Поле комментария. Обязательность разделителя. Директивы АССЕМБЛЕРА. Назначение директив и псевдокоманд. Особенности содержимого полей АССЕМБЛЕРА при наличии директив. Формат директив ORG, END, EQU, SET, IF, ENDIF, DB, DW, DS. Макрокоманды. Применение макрокоманд в прикладных программах. Макрокоманды с формальными параметрами. Определение макрокоманды. Формат макрокоманды. Формат обращения к макрокоманде. Понятие о расширении макрокоманды.

**Структуры данных и организация подпрограмм.** Организация массивов, очередей, стеков. Понятие одномерного массива. Определение адреса элемента массива. Двумерный массив, способ размещения в памяти. Многомерные массивы, способ обработки. Структура данных в виде очереди. Понятие длины очереди. Использование очереди при вводе и выводе символьных данных. Принцип организации очереди. Кольцевая организация очереди. Стек как специальная разновидность одномерного массива. Принцип загрузки элементов данных в стек и извлечения их из стека. Организация стека с двумя концами (полки) по принципу LIFO. Подпрограммы как средство модульного программирования. Общая организация подпрограмм. Подпрограмма как законченный сегмент (модуль) программы. Порядок вызова подпрограммы и возврата в основную программу. Вложенные подпрограммы. Иерархическая организация подпрограмм. Особенности программирования на языках высокого уровня. Положительные и отрицательные качества языков высокого уровня при программировании МП систем. Понятие о компромиссах между аппаратными и программными средствами.

**Особенности архитектуры и программирования однокристалльного микроконтроллера.** Особенности архитектуры микроконтроллера КМ1816ВЕ48. Структурная схема, функциональное назначение выводов. Внутренняя двунаправленная разделяемая 8-битная шина, связывающая все устройства БИС: Арифметико-логическое устройство (АЛУ). Устройство управления. Память и порты ввода/вывода информации. Назначение в составе аппаратных средств микроконтроллера стираемого перепрограммируемого ПЗУ (СППЗУ) программ емкостью 1 Кбайт, возможность пределов его расширения. Назначение регистрового ОЗУ данных. Обеспечение прямой адресации внешнего ОЗУ. Реализация системы векторного прерывания от двух источников: внутреннего таймера-счетчика событий и внешнего источника. Формат команд. Способы адресации в командах микроконтроллера КМ1816. Особенности языка АССЕМБЛЕРА. Команды, выполняемые за один машинный цикл и за два машинных цикла. Классификация групп команд по функциональному признаку. Применение специальных символов #, @ при написании программ. Особенности команд операций с таймером.

#### 4. Тематический план

№ п/п	Разделы и темы	Всего часов	Формы занятий		
			Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>5 семестр</b>					
<b>1.</b>	<b>Раздел 1. Цифровые устройства</b>	<b>144</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>80</b>
1.1.	Введение.	14	4	–	10
1.2.	Основы алгебры логики и переключательных функции	26	6	4	16
1.3.	Основы цифровой техники	20	6	–	14
1.4.	Комбинационные устройства	24	4	10	10
1.5.	Цифровые автоматы	26	4	12	10
1.6.	Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи	20	4	6	10

1.7.	Полупроводниковые запоминающие устройства	14	4	–	10
	<b>ИТОГО за 5 семестр</b>	<b>144</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>80</b>
<b>6 семестр</b>					
<b>2.</b>	<b>Раздел 2. Микропроцессоры</b>	<b>216</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>120</b>
2.1.	Введение.	12	2	–	10
2.2.	Особенности архитектуры микропроцессоров	24	8	–	16
2.3.	Аппаратные средства микропроцессорных систем	32	6	12	14
2.4.	Общие вопросы программного обеспечения микропроцессорных систем	34	8	6	20
2.5.	Особенности программирования на языке АССЕМБЛЕРА	28	8	–	20
2.6.	Структуры данных и организация подпрограмм	46	8	18	20
2.7.	Особенности архитектуры и программирования микроконтроллера	40	8	12	20
	<b>ИТОГО за 6 семестр</b>	<b>216</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>120</b>
	<b>ИТОГО</b>	<b>360</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>200</b>

## 5. Виды образовательной деятельности

### Занятия лекционного типа

#### 5 семестр

**Лекция №1. Введение.** Предмет и задачи дисциплины «Цифровые устройства и микропроцессоры». Значение раздела «Цифровые устройства» для изучения всей дисциплины. Общее состояние отечественной и зарубежной цифровой микросхемотехники.

**Лекция №2. Введение. Цифровые сигналы.** Характеристики и параметры цифровых сигналов. Методы синтеза импульсных сигналов произвольной формы.

**Лекция №3. Основы алгебры логики и переключательных функций.** Операции алгебры логики (булевой алгебры). Понятие переключательной функции, сингулярные и бинарные функции. Основные теоремы, аксиомы и тождества, используемые для упрощения логических выражений. Принцип двойственности. Теорема де Моргана.

**Лекция №4. Основы алгебры логики и переключательных функций.** Способы представления функций: словесное описание, таблица истинности, алгебраическое выражение (структурная формула). Переход от структурной формулы к логической схеме и обратно. Логические базисы, реализующие функционально полную систему. Логические функции: отрицание дизъюнкции и отрицание конъюнкции. Понятие об универсальных логических элементах.

**Лекция №5. Основы алгебры логики и переключательных функций.** Минимизация логических функций. Понятие о минтермах и макстермах. Совершенная дизъюнктивная нормальная форма (СДНФ). Совершенная конъюнктивная нормальная форма (СКНФ). Основные методы минимизации (получение тупиковой формы). Алгебраический метод. Метод карт Карно-Вейча. Недоопределенные функции. Табличный метод Квайна-МакКласки.

**Лекция №6. Основы цифровой техники.** Представление целых и дробных чисел в разных системах счисления. Двоичная, восьмеричная, десятичная и 16-ричная системы счисления. Перевод чисел из одной системы счисления в другую.

**Лекция №7. Основы цифровой техники.** Двоично-десятичная система кодирования чисел. Наиболее распространенные виды двоично-десятичного кодирования: двоично-

десятичный код 8-4-2-1, код Айкена (2-4-2-1), код «с избытком 3», код «два из пяти», код Джонсона и код Грея.

**Лекция №8. Основы цифровой техники.** Формы представления чисел. Числа с фиксированной точкой. Представление знака числа. Числа с плавающей точкой. Понятие об обратном и дополнительном кодах.

**Лекция №9. Комбинационные устройства.** Задачи синтеза комбинационного устройства. Устройство неравнозначности (сумма по модулю два) и его свойства. Устройство равнозначности. Устройство «Запрет». Схемы сравнения двоичных чисел. Драйверы и шинные формирователи.

**Лекция №10. Комбинационные устройства.** Дешифраторы, демультиплексоры, мультиплексоры и шифраторы. Полные и неполные дешифраторы (декодеры). Демультиплексоры, их назначение, вопросы синтеза и каскадирования. Шифраторы и кодопреобразователи. Арифметико-логические устройства. Полусумматоры и полные сумматоры. Умножители двоичных чисел на двоичных сумматорах.

**Лекция №11. Цифровые автоматы.** Потенциальные и импульсные сигналы. Операторы перехода. Основные тождества, связывающие потенциальные и импульсные сигналы. Модели асинхронных и синхронных потенциальных автоматов. Синтез схем. Триггеры. Асинхронные потенциальные триггеры RS-типа с инверсными и прямыми входами. Триггеры типа E и JK. Синтез асинхронных потенциальных триггеров. Функции возбуждения. Счетный режим. T-триггер. Синхронные триггеры. Синхронные триггеры типа RSC, типа JK и типа D. MS-триггер. Функция возбуждения синхронных триггеров и общая методика их синтеза. Счетный режим в триггерах типа JK и D.

**Лекция №12. Цифровые автоматы** Сдвигающие регистры. Классификация сдвигающих регистров. Простые сдвигающие регистры. Реверсивные сдвигающие регистры. Универсальные сдвигающие регистры. Счетчики. Двоичные и двоично-десятичные счетчики. Каскадирование счетчиков. Реверсивные счетчики, особенности их каскадирования. Программируемые счетчики. Счетчики на сдвигающих регистрах. Счетчики с произвольным модулем счета. Счетчики Джонсона.

**Лекция №13. Аналого-цифровые преобразователи.** Аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Классификация АЦП по времени преобразования. АЦП параллельного типа. АЦП с промежуточным преобразованием напряжения во временной интервал. Принципы конвейерной обработки в АЦП. Точность работы АЦП и факторы, влияющие на точность преобразования.

**Лекция №14. Цифроаналоговые преобразователи** Цифроаналоговые преобразователи (ЦАП). Принципы работы ЦАП. Использование матрицы R-2R. Методы умножения аналоговых сигналов. Получение среднеквадратичного значения сигнала.

**Лекция №15. Полупроводниковые запоминающие устройства.** Основные параметры запоминающих устройств (ЗУ). Адресация, информационная емкость, разрядность. Единицы для выражения значений емкости ЗУ. Быстродействие ЗУ. Понятие о времени выборки и цикле записи. Характеристика ЗУ по потребляемой мощности, набору питающих напряжений и времени хранения информации.

**Лекция №16. Полупроводниковые запоминающие устройства.** Оперативные запоминающие устройства (ОЗУ). Типовая структура ОЗУ матричного вида. Управляющие цепи для обеспечения режима хранения, чтения и записи информации. Определение числа строк и столбцов матрицы элементов памяти. Условное обозначение микросхемы ОЗУ. Временные диаграммы сигналов. Схема наращивания разрядности. Динамические ОЗУ. Постоянные запоминающие устройства (ПЗУ). Классификация ПЗУ по способу занесения информации. ПЗУ, программируемые маской на предприятии-изготовителе. ПЗУ, программируемые пользователем. Перепрограммируемые ПЗУ (ППЗУ). Способы стирания информации.

## 6 семестр

**Лекция №1. Введение.** Общие вопросы построения микропроцессоров (МП) при использовании различных микропроцессорных комплектов. Микропроцессорные комплекты, выпускаемые промышленностью, их назначение и оценка, стандартизованная система обозначений. МП, выпускаемые зарубежными фирмами INTEL, ZILOG, MOTOROLA.

**Лекция №2. Особенности архитектуры микропроцессоров.** Трехшинная архитектура микропроцессорной системы. Структурная схема микропроцессорной системы с трехшинной архитектурой, ее основные узлы: центральный процессор, память и внешние устройства. Назначение шин адреса, данных и управления. Основные сигналы управления операциями ввода/вывода.

**Лекция №3. Особенности архитектуры микропроцессоров.** Однокристалльные МП. Структурная схема однокристалльных МП. Основные узлы МП, буферы шин адреса и данных, регистры общего назначения (РОН), регистр команд, программный счетчик, схема синхронизации и управления, арифметико-логическое устройство (АЛУ), указатель стека.

**Лекция №4. Особенности архитектуры микропроцессоров.** Однокристалльные микроЭВМ. Структурная схема однокристалльных микроЭВМ и ее основные узлы: регистры общего назначения (РОН), внутреннее оперативное запоминающее устройство и стек, внутреннее постоянное запоминающее устройство, программный счетчик, схема синхронизации и управления, АЛУ, внутренний таймер, интерфейс ввода/вывода.

**Лекция №5. Особенности архитектуры микропроцессоров.** Программируемый ввод/вывод (ВВ). Программируемый ВВ с квитированием. ВВ по прерыванию. ВВ с прямым доступом к памяти.

**Лекция №6. Аппаратные средства микропроцессорных систем.** Генераторы, системные контроллеры и шинные формирователи. Генератор тактовых импульсов. Структурная схема генератора. Схема подключения генератора к центральному процессорному элементу.

**Лекция №7. Аппаратные средства микропроцессорных систем.** Формирование сигнала СТРОБ СОСТОЯНИЯ. Использование сигналов СБРОС и ГОТОВНОСТЬ. Установка МП в режим ожидания на заданное время. Обеспечение шагового режима.

**Лекция №8. Аппаратные средства микропроцессорных систем.** Системный контроллер. Структурная схема системного контроллера, его назначение и принцип действия. Шинные формирователи. Назначение, структурная схема и принцип действия. Интерфейс ввода/вывода. Интерфейс параллельного и последовательного ввода/вывода. Структурная схема программируемого интерфейса.

**Лекция №9. Общие вопросы программного обеспечения микропроцессорных систем.** Программное обеспечение МП с фиксированным набором команд. Программная модель МП. Внутренние регистры: регистры данных, регистры управления. Внешние регистры: память, средства ввода/вывода.

**Лекция №10. Общие вопросы программного обеспечения микропроцессорных систем.** Принцип программного объединения 8-ми битных РОН в 16-ти битные регистровые пары. Н-пара как основной указатель памяти. Режимы адресации и система команд МК КР580.

**Лекция №11. Общие вопросы программного обеспечения микропроцессорных систем.** Прямая адресация. Непосредственная адресация. Регистровая адресация. Косвенная адресация. Возможность программного осуществления индексной адресации.

**Лекция №12. Общие вопросы программного обеспечения микропроцессорных систем.** Системы команд. Разделение системы команд МП на группы в соответствии с их функциональным назначением. Группы команд пересылки, арифметических и логических операций, передачи управления и группа специальных команд. Программирование на машинном языке. Формат бланка при программировании на машинном языке.



**Лекция №13. Особенности программирования на языке АССЕМБЛЕРА.** Поля ассемблерной строки. Стандартный формат бланка для ассемблерных программ. Поле метки. Примеры допустимых и недопустимых меток.

**Лекция №14. Особенности программирования на языке АССЕМБЛЕРА.** Поле мнемоники. Длина поля мнемоники. Однозначное соответствие мнемоники и машинного кода операции. Понятие о мнемонике как о ключевом слове АССЕМБЛЕРА. Поле операнда. Адреса памяти как операнды. Команды, имеющие пустое поле операнда.

**Лекция №15. Особенности программирования на языке АССЕМБЛЕРА.** Поле комментария. Обязательность разделителя. Директивы АССЕМБЛЕРА. Назначение директив и псевдокоманд. Особенности содержимого полей АССЕМБЛЕРА при наличии директив. Формат директив ORG, END, EQU, SET, IF, ENDIF, DB, DW, DS.

**Лекция №16. Особенности программирования на языке АССЕМБЛЕРА.** Макрокоманды. Применение макрокоманд в прикладных программах. Макрокоманды с формальными параметрами. Определение макрокоманды. Формат макрокоманды. Формат обращения к макрокоманде. Понятие о расширении макрокоманды.

**Лекция №17. Структуры данных и организация подпрограмм.** Организация массивов, очередей, стеков. Понятие одномерного массива. Определение адреса элемента массива. Двумерный массив, способ размещения в памяти. Многомерные массивы, способ обработки.

**Лекция №18. Структуры данных и организация подпрограмм.** Структура данных в виде очереди. Понятие длины очереди. Использование очереди при вводе и выводе символьных данных. Принцип организации очереди. Кольцевая организация очереди. Стек как специальная разновидность одномерного массива. Принцип загрузки элементов данных в стек и извлечения их из стека. Организация стека с двумя концами (полки) по принципу LIFO.

**Лекция №19. Структуры данных и организация подпрограмм.** Подпрограммы как средство модульного программирования. Общая организация подпрограмм. Подпрограмма как законченный сегмент (модуль) программы. Порядок вызова подпрограммы и возврата в основную программу. Вложенные подпрограммы. Иерархическая организация подпрограмм.

**Лекция №20. Структуры данных и организация подпрограмм.** Особенности программирования на языках высокого уровня. Положительные и отрицательные качества языков высокого уровня при программировании МП систем. Понятие о компромиссах между аппаратными и программными средствами.

**Лекция №21. Особенности архитектуры и программирования однокристалльного микроконтроллера.** Особенности архитектуры микроконтроллера AT90S8515. Структурная схема, функциональное назначение выводов. Внутренняя двунаправленная разделяемая 8-битная шина, связывающая все устройства БИС: Арифметико-логическое устройство (АЛУ). Устройство управления. Память и порты ввода/вывода информации.

**Лекция №22. Особенности архитектуры и программирования однокристалльного микроконтроллера.** Назначение в составе аппаратных средств микроконтроллера стираемого перепрограммируемого ПЗУ (СППЗУ) программ емкостью 1 Кбайт, возможность пределов его расширения. Назначение регистрового ОЗУ данных. Обеспечение прямой адресации внешнего ОЗУ.

**Лекция №23. Особенности архитектуры и программирования однокристалльного микроконтроллера.** Реализация системы векторного прерывания от двух источников: внутреннего таймера-счетчика событий и внешнего источника. Особенности программирования AT90S8515.

**Лекция №24. Особенности архитектуры и программирования однокристалльного микроконтроллера.** Формат команд. Способы адресации в командах микроконтроллера AT90S8515. Особенности языка АССЕМБЛЕРА для AT90S8515. Команды, выполняемые за один машинный цикл и за два машинных цикла. Классификация групп команд по функциональному признаку. Применение специальных символов #, @ при написании программ. Особенности команд операций с таймером.

## Занятия семинарского типа (лабораторные занятия)

5 семестр

### Лабораторная работа №1. Исследование работы логических схем (4 часа)

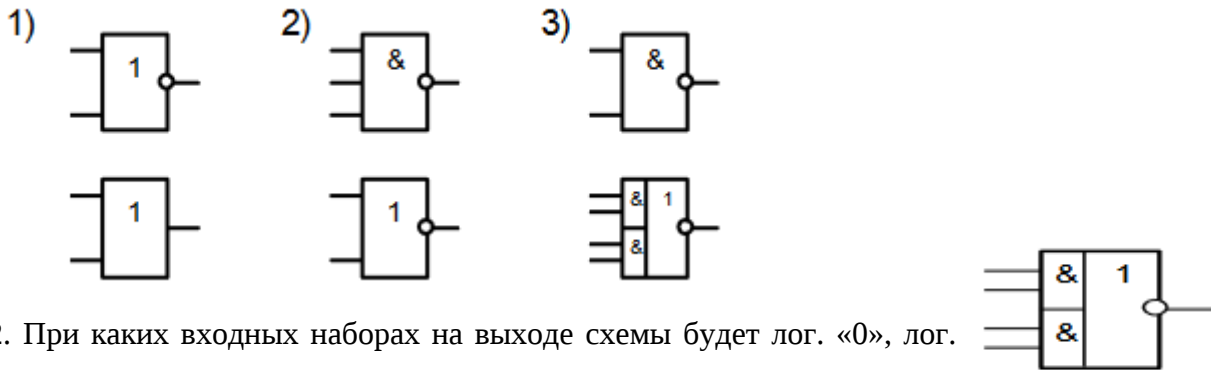
Задания:

1. Начертить и смонтировать на базе ИС К155ЛА3 (2И-НЕ) схему, реализующую логическую функцию вида  $Y=X1 \vee X2$ . Для смонтированной схемы составить таблицу истинности.

2. Начертить и смонтировать на базе ИС К155ЛА3 схему, реализующую логическую функцию вида  $Y=X1 * X2 * X3$ . Для смонтированной схемы составить таблицу истинности.

Контрольные вопросы:

1. Какую логическую функцию реализуют следующие схемы:



### Лабораторная работа №2. Анализ и синтез комбинационных схем (4 часа)

Задания:

1. Произведите синтез комбинационной схемы в базисе И, ИЛИ, НЕ для аналитически заданной функции.

1.1. Подключите схему к логическому преобразователю, получите с его помощью таблицу истинности и выведите ее на печать.

1.2. Получите по таблице истинности развернутую и минимизированную структурную формулы.

1.3. Докажите соответствие исходной, развернутой и минимизированной формул.

1.4. Синтезируйте новую комбинационную схему, соответствующую найденной минимизированной формуле, с помощью компонентов И, ИЛИ, НЕ.

2. Составьте таблицу истинности устройства с четырьмя входами, на выходе которого появляется сигнал логической единицы при выполнении заданных условий.

2.1. Запишите развернутую структурную формулу данного устройства и произведите ее минимизацию.

2.2. Произведите в базисе И, ИЛИ, НЕ синтез комбинационной схемы устройства.

Контрольные вопросы:

1. Таблица истинности для логических функций И, ИЛИ, НЕ.

2. Как по таблице истинности получить развернутую и минимизированную структурную формулу?

### Лабораторная работа №3. Монтаж и исследование полного трехвходового дешифратора. Исследование дешифратора-демультиплексора (6 часов)

Задания:

1. Монтаж и исследование полного трехвходового одноступенчатого дешифратора.

1.1. Ознакомиться со схемой электрической принципиальной полного одноступенчатого дешифратора на 3 входа.

1.2. Составить таблицу соединений для схемы.

1.3. Смонтировать дешифратор по таблице соединений.

1.4. Тестером проверить отсутствие короткого замыкания («КЗ») между шинами «+5В» и «земля». При отсутствии «КЗ» включить блок питания.

1.5. Проверить правильность функционирования дешифратора.

2. *Монтаж и исследование полного трехходового многоступенчатого дешифратора.*

2.1. Ознакомиться со схемой электрической принципиальной полного многоступенчатого дешифратора на 3 входа.

2.2. Последовательно выполнить пункты 1.2–1.5 применительно к данной схеме.

2.3. Найти неисправность, внесенную в дешифратор преподавателем.

2.4. Выключить блок питания; демонтировать дешифратор

3. *Исследование дешифратора-мультиплексора 2–4 и 3–8.*

*Контрольные вопросы:*

1. Что такое дешифратор?

2. В каких случаях схемного применения вы отдадите предпочтение одноступенчатому и многоступенчатому дешифратору?

3. Что такое демультиплексирование?

#### **Лабораторная работа № 4. Исследование RS-триггера (4 часа)**

*Задания:*

1. *Монтаж и исследование асинхронного RS-триггера на ИС серии K155.*

1.1. Начертить схему электрическую принципиальную, предназначенную для исследования RS-триггера на ИС K155ЛА3. Схема должна учитывать:

1.2. Определить номера и число используемых расширителей.

1.3. Написать таблицу соединений.

1.4. Смонтировать схему по таблице соединений.

1.5. Составить для RS-триггера таблицу истинности.

2. *Монтаж и исследование синхронного RS-триггера на ИС серии K155.*

2.1. Начертить схему электрическую принципиальную, предназначенную для исследования синхронного RS-триггера, построенного на ИС K155ЛА3.

2.2. Определить номера и число используемых расширителей.

2.3. Написать таблицу соединений.

2.4. Составить таблицу истинности.

*Контрольные вопросы:*

1. Что такое триггер?

2. Какова логическая структура асинхронного и синхронного RS-триггера?

#### **Лабораторная работа № 5. Исследование работы комбинированного RS- и D-триггера. Исследование работы комбинированного RS- и JK-триггера (4 часа)**

*Задания:*

1. *Исследование работы комбинированного RS- и D-триггера.*

1.1. Написать таблицу соединений.

1.2. Смонтировать схему.

1.3. Составить таблицу истинности RS-и D-триггера

2. *Исследование работы комбинированного RS- и JK-триггера.*

2.1. Начертить схему электрическую принципиальную, предназначенную для исследования комбинированного RS- и JK-триггера на ИС K155ТБ1.

2.2. Написать таблицу соединений.

2.3. Смонтировать схему.

2.4. Составить таблицу истинности для исследуемого комбинированного RS- и JK-триггера.

*Контрольные вопросы:*

1. В чем состоит особенность триггера со счетным входом?

2. Расскажите работу D-триггера по логической структуре комбинированного RS- и D-триггера.

3. В каком из двух триггеров (D или JK) осуществляется занесение информации по отрицательному перепаду на С-входе?

### **Лабораторная работа № 6. Монтаж и исследование 4-разрядного реверсивного счетчика (4 часа)**

*Задания:*

#### **1. Монтаж счетчика на ИС K155TM2**

1.1. Ознакомиться со схемой электрической принципиальной 4-разрядного синхронного реверсивного счетчика.

1.2. Составить таблицу соединений для схемы.

1.3. Смонтировать счетчик по таблице соединений.

#### **2. Исследование работы счетчика на ИС K155TM2.**

2.1. Тестером проверить отсутствие короткого замыкания («КЗ») между шинами «+5В» и «земля». При отсутствии «КЗ» включить блок питания.

2.2. Проверить правильность функционирования счетчика.

2.3. Объяснить работу счетчика в режиме «суммирование» и «вычитание».

2.4. Найти неисправность, внесенную в счетчик преподавателем.

2.5. Оценить быстродействие счетчика в режиме «суммирование».

*Контрольные вопросы:*

1. Что такое счетчик? Что понимается под коэффициентом пересчета?

2. Чем отличается реверсивный счетчик от суммирующего?

3. Нарисовать схему счетчика по mod2.

### **Лабораторная работа №7. Исследование схем аналого-цифрового и цифроаналогового преобразования сигналов (6 часов)**

*Задания:*

1. Исследуйте схемы ЦАП с весовыми резисторами и с матрицей R-2R. Для заданного значения  $U$  определите цену деления и максимальное значение выходного напряжения экспериментально и по предложенным в описании схем формулам.

2. Исследуйте схему включения ЦАП в соответствии с заданным вариантом:

а) определите цену деления ЦАП, зарегистрируйте это значение на осциллограмме;

б) получите временные диаграммы работы ЦАП для заданной последовательности кодов на входе, определите значения  $U$  для каждого входного кода, получите распечатки осциллограмм.

3. Исследуйте схему включения АЦП и ЦАП, постройте временные диаграммы для заданного входного сигнала. Рассчитайте код АЦП для заданного значения входного сигнала и постройте соответствующую схему моделирования.

4. Проведите расчет для схем масштабирования на ОУ и постройте схему АЦП для заданного варианта. Получите временные диаграммы для синусоидального сигнала.

5. Исследуйте схему устройства выборки-хранения, получите и распечатайте осциллограмму. Рассчитайте максимальную частоту входного сигнала для преобразователя без использования УВХ и с использованием УВХ.

*Контрольные вопросы:*

1. Принцип работы аналого-цифрового преобразователя.

2. Принцип работы цифроаналогового преобразователя.

## 6 семестр

### Лабораторная работа №1. Регистры общего назначения (6 часов)

#### Задания:

Создать файлы в среде AVR Studio: определять сегменты программы и проверять ее работу в симуляторе. Освоить: форму записи программ на Ассемблере, команды и директивы ассемблера, виды памяти, текущий сегмент, инициализацию портов, настройку портов ввода-вывода, включение внутренних нагрузочных резисторов, регистр общего назначения, регистр ввода-вывода.

Разработать устройство управления одним светодиодным индикатором при помощи одной кнопки. При нажатии кнопки светодиод должен зажечься, при отпускании – погаснуть.

Создайте файл в среде AVR Studio.

Выберите в качестве начальной части программы стандартный инициализирующий файл для данной микросхемы.

Разработайте свой вариант решения данной задачи с использованием микропроцессора AT90S8515.

4. Проверьте работу программы в симуляторе AVR Studio.

#### Контрольные вопросы:

1. Что собой представляет инициализирующий файл?
2. Что такое директивы транслятора ассемблера?
3. Форма записи программ на Ассемблере.
4. Какие команды и директивы ассемблера нами рассмотрены?
5. Какие существуют виды памяти?
6. Что такое текущий сегмент?
7. Как происходит инициализация портов?
8. Настройка портов ввода – вывода.
9. Как происходит включение внутренних нагрузочных резисторов?
10. Что такое регистр общего назначения?
11. Что такое регистр ввода – вывода?

### Лабораторная работа №2. Команды из группы условных переходов (6 часов)

#### Задания:

Освоить: процедуру ожидания, команды из группы условных переходов, команды сброса в ноль и установки в единицу одного из разрядов порта ввода-вывода.

Разработать устройство управления одним светодиодным индикатором при помощи одной кнопки. При каждом нажатии кнопки светодиод должен поочередно включаться и отключаться. При первом нажатии кнопки светодиод должен включиться, при следующем отключиться.

Доработайте свой вариант решения данной задачи с использованием микропроцессора AT90S8515.

Проверьте работоспособность программы в симуляторе AVR Studio.

#### Контрольные вопросы.

1. Преимущества графического способа описания алгоритма.
2. Как сформирована процедура ожидания?
3. Объясните команды из группы условных переходов.
4. Как работают команды сброса в ноль и установки в единицу одного из разрядов порта ввода-вывода?

### Лабораторная работа №3. Работа со стеком (6 часов)

#### Задания:

Освоить переход к подпрограмме, выход из подпрограммы, запись содержимого регистра общего назначения в стек, извлечение информации из стека, уменьшение содержимого РОН на единицу (декремент), оператор условного перехода.

Разработать схему управления светодиодом при помощи одной кнопки. При нажатии кнопки светодиод должен изменять свое состояние на противоположное (включен или выключен). При разработке программы принять меры для борьбы с дребезгом контактов.

Доработайте свой вариант решения данной задачи с использованием микропроцессора AT90S8515.

Проверьте работоспособность программы в симуляторе AVR Studio.

*Контрольные вопросы:*

1. Каким образом в разработанной программе происходит переход к подпрограмме и выход из подпрограммы?

2. Как происходит запись содержимого регистра общего назначения в стек, извлечение информации из стека?

3. Что такое декремент?

4. Опишите работу оператора условного перехода

#### **Лабораторная работа №4. Вложенные циклы (6 часов)**

*Задания:*

Освоить получение необходимой задержки с помощью вложенных циклов.

Создать устройство с одним светодиодом и одной управляющей кнопкой. Кнопка должна включать и выключать мигание светодиода. Пока кнопка отпущена, светодиод не должен светиться. Все время, пока кнопка нажата, светодиод должен мигать с частотой 5 Гц.

Доработайте свой вариант решения данной задачи с использованием микропроцессора AT90S8515.

Проверьте работоспособность программы в симуляторе AVR Studio.

*Контрольные вопросы:*

1. Каким образом в разработанной программе происходит формирование необходимой задержки?

2. Объясните назначение команды breg.

3. Что такое флаг Z в регистре SREG?

4. С помощью какого оператора организован цикл?

#### **Лабораторная работа №5. Операторы сдвига (6 часов)**

*Задания:*

Освоить операторы сдвига, переход по условию «нет переноса», оператор «исключающее ИЛИ».

Разработать автомат «Бегущие огни» для управления составной гирляндой из восьми отдельных гирлянд. Устройство должно обеспечивать «движения» огня в двух разных направлениях. Переключение направления «движения» должно осуществляться при помощи переключателя.

Доработайте свой вариант решения данной задачи с использованием микропроцессора AT90S8515.

Проверьте работоспособность программы в симуляторе AVR Studio.

*Контрольные вопросы:*

1. Каким образом происходит сдвиг влево?

2. Каким образом происходит сдвиг вправо?

3. Как организован переход по условию «нет переноса»?

4. Что такое флаг C в регистре SREG?

5. С помощью какого оператора выбирается направление сдвига?

6. Зачем в программе используется оператор eor?

#### **Лабораторная работа №6. Функции таймера-счетчика (6 часов)**

*Задания:*

Освоить формирование интервалов времени при помощи встроенного таймера/счетчика, псевдооператор присвоения, сравнение содержимого РОН с константой, переход по условию «меньше».

Доработать программу «Бегущие огни», изменив процедуру формирования задержки. Новая процедура должна использовать один из внутренних таймеров/счетчиков и не использовать прерывания.

Доработайте свой вариант решения данной задачи с использованием микропроцессора AT90S8515.

Проверьте работоспособность программы в симуляторе AVR Studio.

*Контрольные вопросы:*

1. Каким образом происходит присвоение имен различным константам?
2. Как организован переход по условию меньше?
3. Как организована операция сравнения содержимого РОН с константой?
4. Зачем нужны регистры TCNT1H, TCNT1L?
5. Какая разрядность у таймера T1?
6. Какая разрядность у таймера T0?

### **Лабораторная работа №7. Обработка прерываний (6 часов)**

*Задания:*

Освоить использование прерываний по таймеру, выбор сегмента памяти данных, оператор резервирования памяти, оператор завершения подпрограммы обработки прерывания, команда записи содержимого РОН в ОЗУ, оператор завершения подпрограммы обработки

прерывания, команда чтения информации ячейки памяти, команда разрешения прерываний.

Создать новую программу «бегущих огней» с использованием прерываний по таймеру.

Доработайте свой вариант решения данной задачи с использованием микропроцессора AT90S8515.

Проверьте работоспособность программы в симуляторе AVR Studio.

*Контрольные вопросы:*

1. Какие преимущества дает использование прерываний по таймеру?
2. Зачем нужен сегмент памяти данных?
3. Что происходит при завершении подпрограммы обработки прерывания?
4. Что происходит при выполнении команды записи содержимого РОН в ОЗУ?
5. Что происходит при выполнении команды чтения информации из ячейки памяти?
6. Зачем нужна команда разрешения прерываний?

### **Лабораторная работа №8. Обеспечение системы приоритетов прерываний (6 часов)**

Освоить использование прерываний по таймеру в режиме сброс по совпадению, обеспечение системы приоритетов прерываний, команду условного перехода по признаку переноса, команду арифметическая операция сложения, команду сложение с переносом, команду сброс всех разрядов РОН, команду передачи данных между двумя РОН, команду чтения байта данных из программной памяти, ее модификации, директиву описания данных, инкремент.

Разработать электронное устройство, имеющее семь входов и один звуковой выход. К каждому из входов подключен датчик, состоящий из двух нормально разомкнутых контактов. При замыкании контактов любого из датчиков устройство должно вырабатывать звуковой сигнал определенной частоты. Каждому датчику должна соответствовать своя собственная частота звукового сигнала. Если контакты всех датчиков разомкнуты, звуковой сигнал, а выходе должен отсутствовать»

Доработайте свой вариант решения данной задачи с использованием микропроцессора AT90S8515.

Проверьте работоспособность программы в симуляторе AVR Studio.

*Контрольные вопросы:*

1. Какие преимущества дает использование прерываний по таймеру в режиме сброса по совпадению?

2. Зачем нужна система приоритетов прерываний?
3. Что происходит при выполнении команды условного перехода по признаку переноса?
4. Что происходит при выполнении команды арифметическая операция сложения?
5. Что происходит при выполнении команды сложение с переносом?
6. Что происходит при выполнении команды чтения байта данных из программной памяти?

### **Самостоятельная работа**

**1. Подготовка к лабораторным занятиям** включает в себя подготовку ответов на теоретические вопросы к лабораторным занятиям и самостоятельное решение задач по теме занятия (приведены в планах практических занятий).

*Методические рекомендации для студентов по подготовке к практическому занятию.* Подготовка к лабораторным занятиям предполагает подготовку студентом ответов на теоретические вопросы и выполнение практических заданий для самостоятельной работы (решение задач по теме занятия). Перечень вопросов для подготовки к занятию и задания для самостоятельной работы приведены в планах практических занятий. Выполнение студентами данного вида самостоятельной работы проверяется преподавателем на соответствующем лабораторном занятии.

- 1) Изучите материал, соответствующий теме лабораторного занятия, по конспекту соответствующей лекции и одному из учебников, предложенному в списке основной литературы.
- 2) Найдите в тексте учебника и конспекте лекций ответы на вопросы для подготовки к занятию. Рекомендуется составить краткий конспект по каждому из вопросов.
- 3) Выучите основные понятия и определения, законы и формулы, соответствующие теме лабораторного занятия.
- 4) Выполните практические задания, предложенные для самостоятельной работы по теме данного занятия.

### **2. Самостоятельное изучение отдельных вопросов курса**

Часть теоретических вопросов курса выносятся на самостоятельное изучение студентами. При самостоятельном изучении вопроса студент должен познакомиться с содержанием соответствующей темы по одному из учебников, указанных в списке основной литературы, при необходимости могут использоваться источники из списка дополнительной литературы, а также рекомендованные ресурсы сети «Интернет». По каждому вопросу необходимо составить конспект, по возможности включающий следующие пункты:

- краткая история открытия явления, закона, изобретения;
- основные физические законы и теории, на которых основывается объяснение данного явления;
- математическая модель описываемого явления и выводы из нее;
- экспериментальная проверка справедливости теории, модели и выводов из нее;
- практическое применение описываемого явления, процесса.

Конспекты, составленные студентами, проверяются преподавателем во время лабораторных занятий и зачета.

#### *Перечень вопросов, выносимых на самостоятельное изучение*

1. Назовите основные достоинства и недостатки реализации и обработки радиотехнических сигналов цифровыми методами.
2. С какой целью производится кодирование цифровой информации?
3. Перечислите этапы синтеза комбинационных цифровых устройств.
4. В чем проявляется эффект состязаний в цифровых устройствах? Какие существуют методы борьбы с ним?
5. Назовите основное отличие триггеров от комбинационных цифровых устройств.



6. Проведите классификацию триггеров по функциональному признаку. На основании определений заполнить таблицы функционирования RS-, D-, T- и JK-триггеров.
7. В чем заключается основное отличие синхронных и асинхронных триггеров?
8. Приведите примеры использования счетчиков в радиотехнических системах.
9. Назовите основные достоинства и недостатки синхронных и асинхронных счетчиков.
10. Дайте определение, назовите назначение регистров. Поясните различия между последовательными и параллельными регистрами.
11. Изобразите схему шестнадцати разрядного регистра сдвига, построенного на основе ИР1.
12. Назовите области применения МП и его основные блоки.
13. На какие блоки и элементы МП влияет устройство управления?
14. Обоснуйте необходимость РОН в составе МП.
15. Объясните особенности использования мультиплексированной шины адреса/данных?
16. В чем заключается функциональное назначение флагового регистра?
17. Каковы особенности архитектуры МП?
18. Укажите принципиальные различия МП и однокристалльных микро-ЭВМ.
19. Какие блоки присутствуют в составе МП?
20. Какую роль играет ОЗУ в МП системах?
21. Обоснуйте необходимость ПЗУ.
22. В чем заключается сущность многопроцессорных систем?
23. Назовите типы интерфейсов.
24. Для чего служит контроллер прерываний?
25. Дайте определение режима прямого доступа к памяти.
26. Назовите задачи устройства управления.

## 6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины

### 6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации

**1. Выполнение и защита лабораторной работы** (задания к лабораторным занятиям приведены в планах лабораторных занятий)

#### **Критерии оценивания лабораторной работы**

По результатам выполнения лабораторной работы студент получает **оценку «зачтено»** при выполнении следующих условий:

- 1) самостоятельное выполнение эксперимента и получение корректных экспериментальных данных;
- 2) наличие самостоятельно подготовленного отчета по установленной форме, в котором отражены результаты измерений и вычислений, в том числе погрешностей (при необходимости), а также представлены графики в соответствии с заданиями к лабораторной работе;
- 3) правильные ответы на все контрольные вопросы к данной лабораторной работе.

При невыполнении хотя бы одного из вышеперечисленных пунктов по результатам выполнения лабораторной работы студент получает **оценку «не зачтено»**.

**2. Подготовка конспекта по вопросам курса, выносимым на самостоятельное изучение** (перечень вопросов курса, выносимых на самостоятельное изучение, приведен в разделе «Самостоятельная работа»).

Критерии оценивания конспектов по прикладным вопросам курса, выносимым на самостоятельное изучение

Показатель	Количество баллов
1) Полнота и глубина изложения ответа (усвоенные теории, понятия, факты)	1

2) Логика изложения материала	1
3) Примеры использования описанных явлений, теорий и устройств на практике	1
4) Использование при подготовке ответа на вопрос дополнительных источников информации	1
5) Оформление работы	1
Итоговая (суммарная) оценка	Max - 5

Оценка «зачтено» - 3 балла и более; оценка «не зачтено» - менее 3 баллов.

## 6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации 5 семестр

### Вопросы для подготовки к зачету:

1. В чем заключается смысл правила де Моргана?
2. Что такое мажоритарный элемент «2 из 3-х»?
3. Приведите пример задания логической функции в первой стандартной форме (СДНФ).
4. Чем отличается запись логической функции в форме СКНФ?
5. Какая система логических элементов называется функционально полной?
6. Как перейти от логической функции к логической схеме?
7. Какой логический элемент называется «универсальным»?
8. Какие типовые приемы можно использовать при алгебраической минимизации логических функций?
9. В чем заключается графический метод минимизации Карно – Вейча? В чем особенность минимизации по Квайну – Мак Класки?
10. В чем смысл позитивной и негативной логики?
11. Что такое позиционная система счисления?
12. Напишите общий алгоритм представления числа в какой-либо системе счисления.
13. В чем особенность двоичной системы счисления?
14. Какие существуют способы двоичного кодирования десятичных цифр?
15. В чем особенность 16-ричной системы счисления?
16. В чем особенность применения BCD-кода при кодировании десятичных чисел?
17. Как производится перевод из 16-ричной системы счисления в двоичную с помощью BCD-кода?
18. Как осуществить быстрый перевод десятичного числа в двоичное или 16-ричное методом деления (схема Горнера)?
19. Дайте понятие о формах представления числа с фиксированной и плавающей точкой.
20. Что такое дополнительный код. Как он используется в арифметических операциях?
21. Что такое комбинационные устройства?
22. Приведите примеры комбинационных устройств.
23. Дайте определение и начертите схему устройства неравнозначности.
24. Начертите таблицу истинности устройства равнозначности.
25. Дайте словесное описание, начертите таблицу истинности и функциональную схему полусумматора.
26. Начертите схему полного сумматора.
27. Что такое дешифратор? Как работает схема простейшего дешифратора?
28. Каково назначение мультиплексора? Опишите его работу.
29. Как работает демultipлексор?
30. Начертите схему цифрового компаратора и опишите его работу.
31. Что такое цифровой автомат?
32. Приведите аналитическое выражение, описывающее работу цифрового автомата.

33. Чем определяется быстродействие конечного автомата?
34. Опишите работу триггера как конечного автомата (последовательностного устройства).
35. Приведите таблицу переключений простейшего асинхронного триггера.
36. Начертите карту Карно для RS-триггера с инверсными входами.
37. Покажите, как получить уравнение возбуждения для триггера.
38. В чем особенность E-триггера?
39. Как построить обобщенную карту Карно для этого типа триггера?
40. Покажите, как построить таблицу переключений для JK- триггера?
41. Что такое синхронный триггер?
42. Приведите схему и временные диаграммы для синхронного RS-триггера?
43. Приведите логическое уравнение для D-триггера.
44. В чем особенность MS-триггера?
45. Дайте определение параллельного и последовательного регистров.
46. Для чего в регистрах применяется синхронный принцип работы?
47. В чем особенность построения регистров сдвига влево и вправо, а также реверсивного регистра?
48. Как классифицируются счетчики импульсов?
49. Приведите схему двоичного счетчика с последовательным переносом.
50. Для чего применяются счетчики с параллельным переносом? Приведите схему на логических элементах.
51. Как строятся счетчики с произвольным модулем счета? Приведите пример.
52. Приведите пример построения декадного счетчика на микросхеме средней степени интеграции (например, K155ИЕ5).
53. Приведите классификацию аналого-цифровых преобразователей (АЦП) по времени преобразования.
54. Как работает АЦП с промежуточным преобразованием напряжения во временной интервал?
55. Что влияет на точность преобразования в АЦП?
56. Каковы основные принципы работы цифроаналоговых преобразователей (ЦАП)?
57. Для чего применяются матрицы R-2R в ЦАП?
58. Каковы основные параметры запоминающих устройств (ЗУ)?
59. Какова типовая структура оперативного запоминающего устройства (ОЗУ)?
60. Приведите классификацию постоянных запоминающих устройств (ПЗУ)?

#### **Критерии выставления зачета:**

Отметка «зачтено» выставляется студенту, который в течение семестра:

1. Посещал лекционные и лабораторные занятия (при наличии пропусков занятий – предоставил преподавателю все выполненные задания по теме занятия).
  2. Не имеет оценок «не зачтено» по итогам работы на лабораторных занятиях.
  3. Не имеет оценок «не зачтено» по итогам выполнения заданий для самостоятельной работы.
  4. Правильно ответил на теоретический вопрос.
- Зачет выставляется студенту при выполнении всех указанных критериев.

#### **Вопросы для подготовки к экзамену:**

1. Что подразумевается под термином «микропроцессор»?
2. Где применяются микропроцессоры?
3. Что называется микро-ЭВМ, или микрокомпьютером?
4. Что называется микропроцессорной системой?
5. Какое устройство относится к классу микроконтроллеров (МК)?
6. Что понимается под термином «архитектура микропроцессора»?

7. Что нужно понимать под универсальностью МП?
8. Чем обеспечивается высокая производительность МП?
9. Какие показатели можно отнести к основным характеристикам МП?
10. Что входит в понятие быстродействие МП?
11. Изобразите структурную схему МП системы на базе МПК КР580.
12. Каково назначение центрального процессорного элемента (ЦПЭ) ?
13. Что такое системная шина как элемент МПК?
14. Какова направленность шины адреса в МПК?
15. Какова направленность шины данных в МПК?
16. Какова направленность шины управления в МПК?
17. Что понимается под адресным пространством МП?
18. Что такое средства ввода/вывода ПМС?
19. Изобразите структурную схему ЦПЭ.
20. Перечислите сигналы управления ЦПЭ.
21. Перечислите регистры общего назначения ЦПЭ, доступные программисту. Как они адресуются?
22. Что такое управление захватом шин и какие имеются виды обмена МП с внешними устройствами?
23. Что такое слово состояния МП?
24. Какое применяется условное обозначение слова состояния?
25. Какие существуют типы машинных циклов?
26. Как выглядит программная модель МП системы с точки зрения программиста?
27. Перечислите основные режимы адресации в МП.
28. Что такое прямая адресация?
29. Что такое непосредственная адресация?
30. Что такое регистровая адресация?
31. Что такое косвенная адресация?
32. Перечислите основные типы команд в МПК.
33. Каково назначение и как работает стек в МПК?
34. Какие регистры относятся к регистрам общего назначения (РОН)?
35. На какие группы можно разделить систему команд МПК?
36. Как производятся операции умножения и деления в МПК?
37. Как выглядит формат бланка при программировании на машинном языке МПК?
38. Каковы требования к формату бланка при программировании на языке АССЕМБЛЕРА?
39. Приведите примеры допустимых и недопустимых меток.
40. Каковы требования к полю мнемоники?
41. Каковы требования к содержимому поля операнда в МПК?
42. Какие команды имеют пустое поле операнда?
43. Приведите пример использования адреса памяти как операнда.
44. Какие требования к полю комментария в языке АССЕМБЛЕРА?
45. Что такое директивы АССЕМБЛЕРА?
46. Что значит термин «аппаратные средства» МПК?
47. Начертите структурную схему генератора тактовых импульсов.
48. Каково назначение системного контроллера?
49. Что такое интерфейс ввода/вывода?
50. Объясните работу логической схемы параллельного интерфейса
51. В чем заключается особенность архитектуры микроконтроллера?
52. Начертите основные элементы структурной схемы ОЭВМ.
53. Каково назначение входного сигнала ПРОГ/СТБВВ?
54. Каков объем СППЗУ программ в микроконтроллере?
55. Каков объем ОЗУ данных для микроконтроллера?

56. Назовите элементы слова состояния.
57. Какие признаки фиксируются в регистре флагов?
58. Какой формат команд используется в МПК?
59. Как группируются команды МПК по функциональному признаку?
60. Как производится операция вычитания в микроконтроллере?

### **Критерии оценки на экзамене**

**Оценка «отлично»** выставляется студенту, который: глубоко и прочно усвоил программный материал в полном объеме, исчерпывающе, грамотно и логически стройно его излагает, четко формулирует основные понятия, приводит соответствующие примеры, уверенно владеет методологией курса, свободно ориентируется в его внутренней структуре, четко выявляет межпредметные связи с другими учебными дисциплинами; умеет творчески иллюстрировать теоретические положения курса примерами, применять теоретические знания к решению практических задач; хорошо владеет современными методами исследования, способен к самостоятельному пополнению и обновлению знаний.

**Оценка «хорошо»** выставляется студенту, который: твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его без существенных ошибок, правильно применяет теоретические положения при решении конкретных задач, с небольшими погрешностями приводит формулировки определений, не допускает существенных неточностей при выборе и обоснованности методов решения задач; владеет методологией и методами исследования, устанавливает внутренние и межпредметные связи, умеет увязывать теорию с практикой; по ходу изложения допускает небольшие неточности, не искажающие содержания ответа.

**Оценка «удовлетворительно»** выставляется студенту, который не совсем твердо владеет программным материалом, знает основные теоретические положения изучаемого курса, обладает достаточными для продолжения обучения и предстоящей профессиональной деятельности знаниями. При ответах допускает малосущественные погрешности, искажения логической последовательности при изложении материала, неточную аргументацию теоретических положений курса, испытывает затруднения при решении практических задач.

**Оценка «неудовлетворительно»** выставляется студенту, имеющему серьезные пробелы в знании учебного материала, допускающему принципиальные ошибки при выполнении предусмотренных программой контрольных заданий. Уровень знаний недостаточен для дальнейшей учебы и будущей профессиональной деятельности.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

### **7.1. Основная литература**

1. Сажнев А. М. Цифровые устройства и микропроцессоры: учебное пособие для вузов / А. М. Сажнев. – М.: Издательство Юрайт, 2021. – 139 с. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/472247>
2. Майкл Предко PIC-микроконтроллеры: архитектура и программирование / Предко Майкл; перевод Ю. В. Мищенко. – Саратов: Профобразование, 2019. – 511 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/87983.html>.
3. Пьявченко А. О. Архитектура, основы программирования и применения AVR-микроконтроллеров и ARM-микросистем. Ч.1: учебное пособие / А. О. Пьявченко, В. А. Переверзев. – Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2019. – 374 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/100172.html>.

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Карягин А. П. Архитектура микропроцессоров и их программирование: методические указания к лабораторным и самостоятельным работам / А. П. Карягин. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2004. – 56 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL:

<https://www.iprbookshop.ru/50034.html>.

2. Крайний В. И. Основы электроники. Цифровая электроника: учебное пособие / В. И. Крайний, А. Н. Семенов. – М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2019. – 72 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/110693.html>.

3. Микушин А. В. Программирование микропроцессоров семейства MCS-51: монография / А. В. Микушин, В. И. Сединин. – Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016. – 161 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/69230.html>.

4. Попов А. Ю. Программирование микроконтроллеров AVR: методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Архитектура ЭВМ» / А. Ю. Попов. – Москва: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2006. – 56 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/31177.html>.

5. Белов А. В. Программирование микроконтроллеров для начинающих и не только / А. В. Белов. – Санкт-Петербург: Наука и Техника, 2016. – 352 с. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/60657.html>.

6. Боровский, А. С. Программирование микроконтроллера Arduino в информационно-управляющих системах: учебное пособие / А. С. Боровский, М. Ю. Шрейдер. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. – 113 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/78913.html>.

7. Белов А. В. Микроконтроллеры AVR: от азов программирования до создания практических устройств / А. В. Белов. – Санкт-Петербург: Наука и Техника, 2016. – 544 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/60654.html>.

8. Микушин А. В. Схемотехника цифровых устройств: учебное пособие / А. В. Микушин, В. И. Сединин. – Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2007. – 327 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/54777.html>.

9. Галочкин В. А. Схемотехника аналоговых и цифровых устройств: учебное пособие / В. А. Галочкин; под редакцией С. Н. Елисеев. – Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016. – 441 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/71886.html>.

### **7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <https://www.microchip.com> – Официальный сайт компании Микрочип.
2. <https://arduinoplus.ru/> -онлайн-уроки и статьи по Arduino, Raspberry Pi и созданию электроники своими руками.

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

1. Каталог ГОСТ: радиотехнические материалы: <https://internet-law.ru/gosts/2814/>.
2. Справочник по радиокомпонентам отечественного производства: <https://radio-komplekt.ru/handbook.php>.
3. Технический справочник радиодеталей: <https://radiosvod.ru/>.
4. Справочник по микроконтроллерам: <https://www.radioman-portal.ru/sprav/microcontrollers/>.
5. Информационно-поисковый портал по электронике: <http://radionet.com.ru/>.
6. Реестр Федерального института промышленной собственности: <https://www1.fips.ru/registers-web/>.
7. Сервер CHIPINFO: база данных по электронным компонентам:

<http://www.chipinfo.ru/>.

8. QRZ.RU: технический портал – Сайт для радиолюбителей:  
<https://www.qrz.ru/beginners/>.

9. Журнал сетевых решений LAN: <https://www.osp.ru/lan>

10. Электротехнический портал для студентов вузов и инженеров: <http://xn----8sbnaarbiedfksmiphlmncm1d9b0i.xn--p1ai/>.

## 8. Материально-техническое обеспечение

**Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа**, оснащенная стандартной учебной мебелью, мультимедиапроектором, ноутбуком, колонками, интерактивной доской.

**Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования**, оснащенная стандартной учебной мебелью, компьютерами, интерактивной доской, мультимедийным проектором.

Оборудование: аппаратно-программный комплекс Arduino-12 шт.

**Помещение для самостоятельной работы** – компьютерный класс с доступом к сети «Интернет» и ЭИОС СмолГУ.

## 9. Программное обеспечение

Microsoft Open License (Windows XP, 7, 8, 10, Server, Office 2003-2016), лицензия 66975477 от 03.06.2016 (бессрочно).

Среда разработки и программирования микроконтроллеров (МК) Microchip – MPLAB (свободная лицензия).

Среда разработки и программирования микроконтроллеров AVR Studio (свободная лицензия).

Обучающимся обеспечен доступ к ЭБС «Юрайт», ЭБС «IPRbooks», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета, а также доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 03B6A3C600B7ADA9B742A1E041DE7D81B0  
Владелец: Артеменков Михаил Николаевич  
Действителен: с 04.10.2021 до 07.10.2022