

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САХАЛИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**для студентов по проведению  
самостоятельных внеаудиторных работ  
по дисциплине**

### **ПМ.01 УЧАСТИЕ В ПРОЕКТИРОВАНИИ АРХИТЕКТУРЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ**

**укрупненная группа:  
09.00.00 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА  
специальность: 09.02.08 Интеллектуальные  
интегрированные системы**

**базовый уровень подготовки**

**Квалификация: Техник по интеллектуальным интегрированным системам**

**Форма обучения: очная**

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по НМР



Е.Н. Ермолаева

«24» марта 2025г.

Разработчик: Перов И.А., преподаватель информационных дисциплин

Одобрено на заседании ПЦК  
информационных дисциплин  
Протокол № 8 от «21» марта 2025г.  
Председатель ПЦК



О.Б. Куприяшина

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| СОДЕРЖАНИЕ .....                                                   | 1  |
| 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....                                           | 2  |
| 2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ.....                       | 2  |
| 3. ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ.....              | 2  |
| 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗДЕЛАМ И ТЕМАМ .....             | 3  |
| Раздел 1. ЦИФРОВАЯ СХЕМОТЕХНИКА.....                               | 3  |
| Тема 1.1. Арифметические и логические основы цифровой техники..... | 3  |
| Тема 1.2. Триггеры .....                                           | 5  |
| Тема 1.6. Запоминающие устройства .....                            | 8  |
| Раздел 2. МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫЕ СИСТЕМЫ .....                         | 10 |
| Тема 1.1. Основные сведения о работе микропроцессоров .....        | 10 |
| Тема 1.2. Микроконтроллеры .....                                   | 13 |
| КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ДЛЯ КАЖДОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ.....             | 16 |
| 5. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЭКЗАМЕНАМ ПО МОДУЛЮ .....          | 16 |
| 6. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ .....                    | 16 |
| 7. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИСТОЧНИКОВ .....              | 17 |

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Самостоятельная работа обучающихся (СР) по ПМ.01 является обязательной частью освоения профессионального модуля и направлена на закрепление и углубление теоретических знаний, формирование практических умений и развитие профессиональных компетенций (ПК 1.1 – ПК 1.5) и общих компетенций (ОК 01 – ОК 09).

Настоящие рекомендации составлены в соответствии с рабочей программой, утверждённой в Политехническом колледже СахГУ, и содержат конкретные указания по каждому виду самостоятельной работы, перечисленному в тематическом плане.

## 2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

### Цели СР:

- систематизация и закрепление знаний по цифровой схемотехнике и микроконтроллерным системам;
- формирование умений самостоятельно работать с учебной, технической и справочной литературой;
- развитие навыков анализа, синтеза, моделирования и проектирования цифровых устройств;
- подготовка к выполнению практических работ, лабораторных заданий и сдаче экзаменов.

### Задачи СР:

- выполнение расчётных и логических задач;
- анализ работы типовых цифровых узлов (триггеров, счётчиков, регистров, ЗУ);
- проектирование элементов систем на основе микроконтроллеров;
- подготовка отчётов и устных ответов.

## 3. ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

- Каждая самостоятельная работа рассчитана на **2 академических часа** (как указано в РП).
- Работа выполняется во внеаудиторное время, может быть как индивидуальной, так и в малых группах (по согласованию с преподавателем).
- Результат оформляется в **письменном виде** (отчёт, таблица, схема, программа, ответы на контрольные вопросы) и представляется на следующем занятии.
- Допускается использование симуляторов (Logisim, Multisim, Proteus, Tinkercad, Arduino IDE и др.) и сред моделирования.
- За несвоевременную сдачу работы оценка может быть снижена.

#### **4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗДЕЛАМ И ТЕМАМ**

##### **Раздел 1. ЦИФРОВАЯ СХЕМОТЕХНИКА**

##### **Тема 1.1. Арифметические и логические основы цифровой техники**

##### **Самостоятельная работа №1**

**«Перевод чисел между системами счисления» (2 часа)**

**Цель:** закрепить навыки перевода целых и дробных чисел из одной позиционной системы счисления в другую.

##### **Задание:**

Выполнить перевод 15 чисел (10 целых + 5 дробных) согласно индивидуальному варианту. Вариант определяется последней цифрой номера в журнале.

##### **Пример варианта (вариант 0):**

1.  $101011_2 \rightarrow_{10}$
2.  $3A5_{16} \rightarrow_2$
3.  $125_8 \rightarrow_2$
4.  $47_{10} \rightarrow_2$
5.  $0.101_{12}?$  (двоичная дробь)  $\rightarrow_{10}$
6.  $0.625_{10} \rightarrow_2$  (с точностью 6 знаков)
7.  $1101.011_2 \rightarrow_8$
8.  $1F.4_{16} \rightarrow_{10}$
9.  $11110000_2 \rightarrow_{10}$
10.  $256_{10} \rightarrow_{16}$

11–15 – аналогичные.

##### **Методические указания:**

- Для перевода из двоичной в десятичную используйте разложение по степеням двойки.
- Для перевода из десятичной в двоичную: целую часть делите на 2, дробную умножайте на 2.
- Для перевода через восьмеричную/шестнадцатеричную: группируйте биты по 3 (в 8-ю) или по 4 (в 16-ю).
- Проверку делайте обратным переводом.

##### **Форма отчёта:**

Таблица с тремя столбцами: «Исходное число», «Результат перевода», «Проверка (обратный перевод)». В конце – вывод о наиболее удобных системах счисления для разных задач.

##### **Контрольные вопросы:**

1. Почему в ЭВМ используется двоичная система?
2. Как перевести число из восьмеричной в шестнадцатеричную без участия десятичной?
3. Что такое «плавающая точка» и как она связана с переводом?

### **Самостоятельная работа №2**

#### **«Выполнение арифметических операций в двоичной системе» (2 часа)**

**Цель:** освоить сложение, вычитание, умножение и деление двоичных чисел.

#### **Задание:**

Для заданной пары чисел (А и В) выполнить все четыре операции. Числа взять из варианта (диапазон 0–255).

**Пример:**  $A = 110110_2 (54_{10})$ ,  $B = 10101_2 (21_{10})$ .

Выполнить:

- $A + B$
- $A - B$  (с проверкой через дополнительный код)
- $A \times B$
- $A \div B$  (целое частное и остаток)

#### **Методические указания:**

- Сложение выполнять по правилам:  $0+0=0$ ,  $0+1=1$ ,  $1+1=0$  с переносом 1.
- Вычитание удобно через дополнительный код: найти доп. код вычитаемого, сложить с уменьшаемым, отбросить перенос.
- Умножение – как в столбик, со сдвигами.
- Деление – уголком, только целая часть.

#### **Форма отчёта:**

Для каждой операции привести пошаговое решение с пояснениями (переносы, займы, дополнительные коды). Результат проверить в десятичной системе.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Как получить дополнительный код отрицательного числа?
2. Что такое «переполнение разрядной сетки»?
3. Почему в процессорах вычитание реализуют через сложение?

### **Самостоятельная работа №3**

#### **«Решение задач на булеву алгебру» (2 часа)**

**Цель:** научиться минимизировать логические функции аналитически и с помощью карт Карно.

#### **Задание:**

Даны 5 логических функций от 3–4 переменных. Для каждой:

- составить таблицу истинности;
- записать СДНФ и СКНФ;
- выполнить минимизацию (методом Карно или законами алгебры логики);
- построить схему на элементах И, ИЛИ, НЕ.

**Пример функции:**  $F(A,B,C) = \Sigma(1,2,4,7)$  (наборы, где функция равна 1).

**Методические указания:**

- Карта Карно для 3 переменных –  $2 \times 4$ , для 4 –  $4 \times 4$ .
- Склеивать соседние клетки (в том числе по краям).
- Законы: поглощения ( $A + AB = A$ ), склеивания ( $AB + A\bar{B} = A$ ), де Моргана.

**Форма отчёта:**

Таблицы истинности, карты Карно с выделенными контурами, упрощённые выражения, схема в базисе И-ИЛИ-НЕ.

**Контрольные вопросы:**

1. В чём разница между СДНФ и СКНФ?
2. Какие комбинации переменных называются «соседними» на карте Карно?
3. Как реализовать любую булеву функцию только на элементах И-НЕ?

**Тема 1.2. Триггеры**

**Самостоятельная работа №4**

**«Анализ работы RS-триггера» (2 часа)**

**Цель:** изучить принцип работы асинхронного и синхронного RS-триггера.

**Задание:**

1. Построить схему асинхронного RS-триггера на двух элементах 2И-НЕ.
2. Заполнить таблицу истинности для всех комбинаций входов (R, S).
3. Построить временные диаграммы для последовательности:  $S=1$ , затем  $R=1$ , затем  $S=0$ ,  $R=0$ .
4. Объяснить, почему комбинация  $R=S=1$  запрещена.
5. Добавить синхронизацию (вход C) и показать, как меняется работа.

**Методические указания:**

Использовать симулятор (Logisim, Multisim или даже ручной расчёт). Временные диаграммы рисовать с учётом задержек (условно).

**Форма отчёта:**

Схема, таблица истинности, диаграммы (Q и  $\bar{Q}$ ), пояснение «гонок» и запрещённого состояния.

**Контрольные вопросы:**

1. Почему RS-триггер на элементах ИЛИ-НЕ активен единицей на входах?

2. Как из RS-триггера сделать D-триггер?
3. Что такое «метастабильное состояние»?

### **Самостоятельная работа №5**

#### **«Анализ работы JK-триггера» (2 часа)**

**Цель:** понять универсальность JK-триггера и его отличие от RS.

#### **Задание:**

1. Изобразить условное графическое обозначение JK-триггера.
2. Заполнить полную таблицу переходов ( $J, K, Q_n \rightarrow Q_{n+1}$ ).
3. Показать, как из JK-триггера получить: T-триггер, D-триггер, RS-триггер.
4. Построить временную диаграмму для тактовой последовательности при  $J=K=1$  (счётный режим).
5. Смоделировать в Logisim и убедиться, что на каждом такте выход меняется на противоположный.

#### **Методические указания:**

Для T-триггера:  $J=K=1$ . Для D-триггера:  $J=D, K=\neg D$ . Для RS:  $J=S, K=R$ . Временные диаграммы рисовать для 8 тактов.

#### **Форма отчёта:**

Таблицы, схемы включения, диаграммы, выводы о преимуществах JK перед RS.

#### **Контрольные вопросы:**

1. В чём преимущество JK-триггера перед RS?
2. Почему в JK нет запрещённой комбинации?
3. Как работает JK-триггер с динамическим управлением по фронту?

### **Самостоятельная работа №6**

#### **«Анализ работы триггеров в счётчике» (2 часа)**

**Цель:** научиться анализировать работу многоразрядных счётчиков на триггерах.

#### **Задание:**

Рассмотреть 3-разрядный двоичный суммирующий счётчик на JK-триггерах (или T-триггерах).

1. Нарисовать схему (последовательный перенос).
2. Построить временные диаграммы для 8 тактов (выходы  $Q_0, Q_1, Q_2$ ).
3. Определить модуль счёта (максимальное значение).
4. Ответить, как изменится работа, если сделать счётчик вычитающим.
5. Предложить способ сброса счётчика в ноль.

### **Методические указания:**

На диаграммах показать, что каждый следующий триггер переключается по спаду (или фронту) выхода предыдущего.

### **Форма отчёта:**

Схема, диаграммы, таблица состояний (номер такта – Q2 Q1 Q0). Вывод о частоте деления.

### **Контрольные вопросы:**

1. Что такое «асинхронный счётчик» и чем он отличается от синхронного?
2. Как получить счётчик с модулем 5 из 3-разрядного?
3. Где применяются счётчики в реальных устройствах?

### **Самостоятельная работа №7**

#### **«Решение задач на проектирование триггеров» (2 часа)**

**Цель:** освоить синтез цифровых автоматов на заданных триггерах.

#### **Задание:**

Спроектировать 2-разрядный двоичный счётчик, работающий в коде Грея (00 → 01 → 11 → 10 → 00). Использовать D-триггеры.

1. Составить таблицу переходов (текущее состояние Q1Q0 → следующее D1D0).
2. Построить карты Карно для D1 и D0.
3. Получить логические выражения.
4. Нарисовать схему.
5. Проверить временными диаграммами.

#### **Варианты усложнения:**

- Счётчик с произвольной последовательностью (0→2→5→3→1→0).
- Реализация на JK-триггерах.

### **Методические указания:**

Использовать методику возбуждения триггеров (для D:  $D = Q_{next}$ ; для JK: таблица возбуждения).

### **Форма отчёта:**

Таблицы, карты Карно, выражения, схема, диаграммы.

### **Контрольные вопросы:**

1. Что такое «функции возбуждения» триггера?
2. Почему для разных типов триггеров синтез отличается?
3. Как проверить, что спроектированная схема не имеет «сбоев»?

### **Самостоятельная работа №8**

## **«Проектирование триггеров с учётом энергопотребления» (2 часа)**

**Цель:** изучить способы снижения динамической и статической мощности в триггерных схемах.

### **Задание:**

1. Сравнить статическое потребление CMOS-триггера и триггера на ТТЛ-логике.
2. Предложить два способа уменьшения динамической мощности (уменьшение тактовой частоты, отключение тактирования неиспользуемых блоков).
3. Рассчитать ориентировочную мощность для триггера, работающего на 10 МГц, если ёмкость нагрузки 15 пФ, напряжение 5 В ( $P = C * V^2 * f$ ).
4. Описать, что такое «clock gating» и как оно реализуется.

### **Методические указания:**

Использовать datasheets на реальные микросхемы (например, 74HC74 – CMOS, 74LS74 – ТТЛШ). Найти в них ток потребления и рассчитать мощность.

### **Форма отчёта:**

Сравнительная таблица, расчёты, схемы clock gating (простой И-элемент на входе тактового сигнала).

### **Контрольные вопросы:**

1. Почему в мобильных устройствах используют пониженное напряжение питания?
2. Что такое «утечка» в CMOS и как с ней борются?
3. Как влияет технологический процесс (65 нм, 28 нм) на энергопотребление?

## **Тема 1.6. Запоминающие устройства**

### **Самостоятельная работа №9**

## **«Характеристики оперативной памяти (RAM)» (2 часа)**

**Цель:** научиться анализировать параметры ОЗУ.

### **Задание:**

Выбрать две микросхемы ОЗУ: одну статическую (SRAM) и одну динамическую (DRAM) – например, KM1814PY6 (SRAM) и K565PY5 (DRAM). Для каждой определить:

- ёмкость (бит, байт);
- организацию (например, 1K×4);
- время доступа (чтение/запись);
- напряжение питания;
- ток потребления (активный и пассивный).

Сравнить параметры и сделать вывод, где применяется каждый тип.

### **Методические указания:**

Искать даташиты на сайтах производителей или в сборниках. Для современных модулей DDR4 привести типовые характеристики.

### **Форма отчёта:**

Таблица параметров, диаграмма временных циклов (скопировать из даташита), пояснение терминов: RAS, CAS, предзаряд.

### **Контрольные вопросы:**

1. Что такое «время доступа» и «время цикла»?
2. Почему DRAM требует регенерации?
3. Как влияет разрядность шины данных на пропускную способность?

### **Самостоятельная работа №10**

#### **«Сравнение типов памяти» (2 часа)**

**Цель:** классифицировать и сравнить различные типы полупроводниковых ЗУ.

#### **Задание:**

Заполнить таблицу для следующих типов: ROM, PROM, EPROM, EEPROM, Flash (NOR/NAND), SRAM, DRAM. Столбцы:

- энергозависимость;
- возможность перезаписи (да/нет, количество циклов);
- типичная скорость чтения/записи;
- плотность хранения (бит/мм<sup>2</sup>);
- стоимость (условно: низкая/средняя/высокая).

После таблицы привести примеры применения каждого типа в реальной технике.

### **Методические указания:**

Использовать учебник Милениной и дополнительные статьи. Обратит внимание, что Flash-память – это разновидность EEPROM.

### **Форма отчёта:**

Развёрнутая таблица на всю страницу, краткие комментарии, вывод о том, какой тип оптимален для: BIOS, оперативной памяти ПК, USB-флешки, встроенной памяти микроконтроллера.

### **Контрольные вопросы:**

1. Чем отличается NOR Flash от NAND Flash?
2. Почему SRAM быстрее DRAM, но дороже?
3. Как работает программирование EPROM ультрафиолетом?

### **Самостоятельная работа №11**

#### **«Организация кэш-памяти» (2 часа)**

**Цель:** понять принципы кэширования данных в вычислительных системах.

**Задание:**

1. Изобразить общую структуру кэш-памяти (тег, строка, блок данных).
2. Объяснить три способа отображения: прямое, полностью ассоциативное, множественно-ассоциативное. Для каждого привести схему и описать алгоритм поиска.
3. На примере кэша объёмом 8 Кбайт, строка 64 байта, адрес 32 бита – рассчитать: количество строк, количество бит тега, количество бит индекса.
4. Описать алгоритм замещения LRU (Least Recently Used) на примере последовательности обращений: A, B, C, A, D, B, E, A.

**Методические указания:**

Использовать учебник Степиной. Для расчёта: общий объём кэша / размер строки = количество строк. Индекс =  $\log_2(\text{число строк})$ . Тег = разрядность адреса – индекс – смещение ( $\log_2$  строки).

**Форма отчёта:**

Рисунки схем отображения, расчёты, таблица состояний кэша при LRU, вывод о важности кэша для производительности.

**Контрольные вопросы:**

1. Что такое «промах кэша» (cache miss) и какие бывают виды промахов?
2. Как влияет размер строки на эффективность?
3. Что такое «сквозная запись» и «обратная запись»?

## **Раздел 2. МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫЕ СИСТЕМЫ**

### **Тема 1.1. Основные сведения о работе микропроцессоров**

#### **Самостоятельная работа №12**

**«Анализ архитектуры микропроцессора» (2 часа)**

**Цель:** сравнить архитектуры RISC и CISC на примере конкретных семейств.

**Задание:**

Выбрать один RISC-процессор (ARM Cortex-M0 или AVR) и один CISC (x86 или Z80).

Заполнить сравнительную таблицу по параметрам:

- разрядность;
- количество регистров общего назначения;
- типы адресации;
- длина команды (фиксированная/переменная);
- наличие конвейера;
- потребляемая мощность (типичная).

Сделать вывод о применимости каждой архитектуры во встраиваемых системах.

### **Методические указания:**

Использовать официальные руководства (ARM Architecture Reference Manual, AVR Instruction Set). Для Z80 – классические книги.

### **Форма отчёта:**

Таблица, эссе на 1 страницу с объяснением, почему RISC доминирует в IoT.

### **Контрольные вопросы:**

1. Что такое «Гарвардская архитектура» и чем она отличается от фон-неймановской?
2. Как конвейер повышает производительность?
3. Почему в RISC команд меньше, но программа длиннее?

### **Самостоятельная работа №13**

**«Разработка программы для микроконтроллера» (2 часа)**

**Цель:** получить практический навык написания и отладки простейшей программы на C для МК.

### **Задание:**

Написать программу для Arduino Uno (ATmega328P) или аналогичного, которая:

- мигает светодиодом на pin 13 с периодом 1 секунду (500 мс вкл, 500 мс выкл);
- при нажатии кнопки (pin 2, подтяжка к GND) частота мигания увеличивается в 2 раза (250/250) на время удержания;
- использовать таймер (не delay, а millis() или аппаратный таймер).

### **Методические указания:**

Среда – Arduino IDE. Объяснить, почему delay() плох. Привести листинг с комментариями. Смоделировать в Tinkercad или на реальной плате.

### **Форма отчёта:**

Листинг, схема подключения (светодиод + резистор, кнопка + резистор подтяжки), скриншот монитора порта (если используется), описание работы.

### **Контрольные вопросы:**

1. Зачем нужен резистор подтяжки?
2. Как работает функция millis()?
3. Что такое «дребезг контактов» и как его устранить?

### **Самостоятельная работа №14**

**«Оптимизация кода для повышения производительности» (2 часа)**

**Цель:** освоить приёмы уменьшения времени выполнения и размера кода на МК.

### **Задание:**

Дан массив из 100 целых чисел (`uint8_t`). Написать функцию вычисления суммы элементов.

Реализовать три варианта:

1. Обычный цикл `for` с индексом.
2. Цикл с указателем (`while(*ptr++)`).
3. Развёртка цикла (`unroll`) – сложить 4 элемента за итерацию.

Измерить время выполнения (`micros()` до и после) и размер кода.

Сравнить результаты и сделать вывод.

### **Методические указания:**

Использовать Arduino IDE или Atmel Studio. Для измерения времени – `micros()` до цикла и после, вывести в Serial. Размер кода посмотреть в отчёте компилятора (Sketch -> Export compiled binary).

### **Форма отчёта:**

Таблица с результатами (время, размер), листинги всех трёх вариантов, объяснение, почему развёртка цикла ускоряет, но увеличивает код.

### **Контрольные вопросы:**

1. Почему использование указателей может быть быстрее индексов?
2. Что такое «выравнивание данных»?
3. Как оптимизации компилятора (`-O2`, `-Os`) влияют на результат?

### **Самостоятельная работа №15**

«Реализация многопоточного режима» (2 часа)

**Цель:** понять принципы кооперативной многозадачности на МК без ОС.

### **Задание:**

Создать программу, в которой одновременно (псевдопараллельно) выполняются три задачи:

- Задача 1: мигает светодиодом на `pin 13` с периодом 2 секунды.
- Задача 2: каждые 500 мс отправляет в Serial строку «Task2».
- Задача 3: при нажатии кнопки (`pin 2`) инкрементирует счётчик и выводит его значение.

Использовать **кооперативный планировщик** (цикл, в котором каждая задача выполняется быстро и возвращает управление). Запрещены `delay()`, допустимы только неблокирующие задержки на основе `millis()`.

### **Методические указания:**

Организовать массив структур задачи (функция, интервал, следующий запуск). В `loop()`

проверять таймеры и вызывать задачи. При нажатии кнопки использовать флаг, обрабатываемый в задаче 3.

#### **Форма отчёта:**

Листинг с комментариями, блок-схема планировщика, демонстрация работы (видео или скриншоты Serial).

#### **Контрольные вопросы:**

1. Чем кооперативная многозадачность отличается от вытесняющей?  
2. Как долго может выполняться одна задача, чтобы система оставалась отзывчивой?

3. Какие проблемы возникают при разделении общих данных?

### **Тема 1.2. Микроконтроллеры**

#### **Самостоятельная работа №16**

**«Изучение основ архитектуры микроконтроллера» (2 часа)**

**Цель:** детально разобрать внутреннее устройство конкретного МК (ATmega328P).

#### **Задание:**

По даташиту на ATmega328P (или STM32F103) описать:

1. Блочную схему (ALU, регистры, память, периферия).
2. Карту памяти (адреса Flash, SRAM, EEPROM, регистров ввода-вывода).
3. Систему прерываний (векторы, приоритеты).
4. Таймеры (типы, разрядность, режимы).
5. Интерфейсы (USART, SPI, I2C, ADC).

#### **Методические указания:**

Использовать официальный даташит (Atmel-42735-8-bit-AVR-ATmega328P). Выделить ключевые страницы, перерисовать блок-схему.

#### **Форма отчёта:**

Блок-схема (можно скопировать из даташита, но с пояснениями), таблица адресного пространства, список прерываний с номерами, таблица режимов таймера.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Зачем нужны разные тактовые частоты для ядра и периферии?
2. Что такое «регистры общего назначения» в AVR и сколько их?
3. Как выполняется доступ к встроенной EEPROM?

#### **Самостоятельная работа №17**

**«Работа с интерфейсами микроконтроллера» (2 часа)**

**Цель:** изучить протоколы UART, SPI, I2C на практическом примере.

### **Задание:**

Для каждого интерфейса:

- описать физический уровень (количество проводов, сигналы, уровни напряжений);
- привести временную диаграмму передачи одного байта;
- написать фрагмент кода инициализации и отправки/приёма для ATmega328P (библиотеки Arduino или регистровый доступ).
- указать типичную скорость (для UART – 9600 бод, для SPI – до 10 МГц, для I2C – 100/400 кГц).
- привести пример реального устройства, подключаемого по каждому интерфейсу.

### **Методические указания:**

Для UART – подключение GPS-модуля или Bluetooth HC-05. Для SPI – SD-карта или дисплей Nokia 5110. Для I2C – датчик температуры BMP280.

### **Форма отчёта:**

Таблица сравнения интерфейсов, диаграммы (нарисовать вручную или с помощью логического анализатора), листинги.

### **Контрольные вопросы:**

1. Почему в I2C нужны подтягивающие резисторы?
2. Чем отличается полнодуплексный UART от полудуплексного?
3. Как адресуются устройства в I2C?

### **Самостоятельная работа №18**

**«Взаимодействие микроконтроллера с аналоговыми датчиками»** (2 часа)

**Цель:** научиться подключать и программировать аналоговые датчики через АЦП.

### **Задание:**

Подключить к МК (Arduino) потенциометр или фоторезистор (делитель напряжения).

1. Собрать схему.
2. Написать программу, которая читает значение АЦП (0–1023) каждые 200 мс и выводит в Serial в виде: «Value = 512, Voltage = 2.50 V».
3. Добавить светодиодную шкалу: при значении < 200 – горит красный LED, 200-800 – жёлтый, >800 – зелёный.
4. Построить график зависимости напряжения от угла поворота (5 точек).

### **Методические указания:**

Использовать analogRead(). Напряжение:  $V = (\text{значение} * 5.0) / 1023$ . Для фоторезистора – калибровка в люксах не требуется, достаточно показать зависимость от освещения.

### **Форма отчёта:**

Схема, листинг, таблица измерений, график, вывод о разрешающей способности АЦП (10 бит).

### **Контрольные вопросы:**

1. Что такое «опорное напряжение» АЦП и как его выбрать?
2. Как увеличить эффективную разрядность (оверсэмплинг)?
3. Почему перед АЦП иногда ставят повторитель на ОУ?

### **Самостоятельная работа №19**

**«Взаимодействие микроконтроллера с цифровыми датчиками»** (2 часа)

**Цель:** освоить работу с цифровыми датчиками по протоколам 1-Wire и I2C.

### **Задание:**

Взять датчик температуры DS18B20 (1-Wire) или BME280 (I2C).

1. Подключить согласно спецификации (для 1-Wire нужен резистор 4.7 кОм).
2. Найти и разобрать библиотеку (OneWire, DallasTemperature или Adafruit\_BME280).
3. Написать программу, которая каждую секунду считывает температуру и выводит в Serial.
4. Добавить индикацию: при  $t > 25^{\circ}\text{C}$  зажигать встроенный светодиод.
5. Объяснить, как происходит поиск устройств на шине 1-Wire (ROM-код).

### **Методические указания:**

Для DS18B20 – использовать пример из библиотеки DallasTemperature. Для BME280 – Adafruit unified sensor. В отчёте привести даташитные временные диаграммы.

### **Форма отчёта:**

Схема, листинг с пояснениями, скриншот монитора порта, ответ на вопрос: «Почему 1-Wire называют “однопроводным”?».

### **Контрольные вопросы:**

1. Как несколько датчиков DS18B20 работают на одном проводе?
2. Что такое «конфликт на шине» и как он разрешается?
3. В чём преимущество I2C перед 1-Wire?

## КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ДЛЯ КАЖДОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Для всех работ действует единая шкала:

| Оценка                  | Требования                                                                                                                                                                        |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 (отлично)             | Задание выполнено полностью, без ошибок. Отчёт оформлен аккуратно, есть все разделы, пояснения, листинги, диаграммы. При защите студент свободно отвечает на контрольные вопросы. |
| 4 (хорошо)              | Задание выполнено, но есть 1–2 ошибки (например, в переводе чисел или в диаграмме). Оформление неполное. На вопросы отвечает, но с затруднениями.                                 |
| 3 (удовлетворительно)   | Задание выполнено частично (не менее 60%). Имеются принципиальные ошибки (например, неправильно построен счётчик). Отчёт небрежный.                                               |
| 2 (неудовлетворительно) | Задание не выполнено или выполнено менее чем на 50%, не представлен отчёт, студент не может объяснить, что сделано.                                                               |

### 5. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЭКЗАМЕНАМ ПО МОДУЛЮ

По окончании разделов предусмотрены экзамены (5 часов – раздел 1, 5 часов – раздел 2) и экзамен по модулю (8 часов).

#### Рекомендации:

- Повторите все темы, используя конспекты и выполненные самостоятельные работы.
- Обратите особое внимание на: перевод чисел, минимизацию булевых функций, работу триггеров, типы счётчиков и регистров, организацию памяти, архитектуру МК, программирование таймеров и прерываний.
- Прорешайте типовые задачи: синтез автомата на триггерах, расчёт временных диаграмм, написание простых программ для МК (мигание, ШИМ, опрос датчиков).
- Для устного ответа подготовьте краткие конспекты (по 5–7 предложений) по каждому вопросу.

### 6. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

| Оценка      | Требования                                                                                                                                                                 |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 (отлично) | Задание выполнено полностью, без ошибок; оформление аккуратное; даны развёрнутые пояснения; сделаны обоснованные выводы; при необходимости – программа работает корректно. |

| Оценка                         | Требования                                                                                                   |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>4 (хорошо)</b>              | Задание выполнено, но есть незначительные ошибки (не более 2) или недочёты в оформлении; пояснения неполные. |
| <b>3 (удовлетворительно)</b>   | Задание выполнено частично (не менее 60%), имеются существенные ошибки; отсутствуют выводы.                  |
| <b>2 (неудовлетворительно)</b> | Задание не выполнено или выполнено менее чем на 50%, полностью не соответствует требованиям.                 |

## **7. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИСТОЧНИКОВ**

### **Печатные издания:**

1. Степина В.В. Архитектура ЭВМ и вычислительные системы. – М.: КУРС: ИНФРА-М, 2021. – 384 с.

### **Электронные издания:**

1. Шишов О.В. Программируемые контроллеры в системах промышленной автоматизации. – М.: ИНФРА-М, 2021. – 365 с. (СПО)

2. Миленина С.А. Электроника и схемотехника: учебник и практикум. – 2-е изд. – М.: Юрайт, 2021. – 270 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/472059>

3. Сажнев А.М. Микропроцессорные системы: цифровые устройства и микропроцессоры. – 2-е изд. – М.: Юрайт, 2021. – 139 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/476521>

### **Дополнительные ресурсы:**

- Симуляторы: Logisim, Proteus, Tinkercad Circuits.
- Справочные данные: официальные даташиты на микроконтроллеры (Atmel, STMicroelectronics).
- Онлайн-калькуляторы для перевода чисел и минимизации булевых функций.