**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Учебно-методическое объединение по образованию

в области информатики и радиоэлектроники

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый заместитель Министра образования

Республики Беларусь

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.Г.Баханович

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Регистрационный № ТД-\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/тип.

**МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ УСТРОЙСТВА И СИСТЕМЫ**

**Типовая учебная программа по учебной дисциплине**

**для специальностей:**

**1-45 01 02 Инфокоммуникационные системы (по направлениям)**

**1-98 01 02 Защита информации в телекоммуникациях**

|  |  |
| --- | --- |
| **СОГЛАСОВАНО**Председатель Учебно-методического объединения по образованию в области информатики и радиоэлектроники\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_В.А. Богуш\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | **СОГЛАСОВАНО** Начальник Главного управления профессионального образования Министерства образования Республики Беларусь\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_С.Н.Пищов\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
|  | **СОГЛАСОВАНО**Проректор по научно-методической работе Государственного учреждения образования «Республиканский институт высшей школы»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И.В. Титович\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
|  | Эксперт-нормоконтролер\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |

Минск 2023

**СоставителЬ:**

С.Н.Петров, доцент кафедры защиты информации учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат технических наук, доцент

**Рецензенты:**

Кафедра «Робототехнические системы» Белорусского национального технического университета (протокол № 7 от 03.05.2023);

А.А.Казека, начальник сектора встраиваемых систем открытого акционерного общества «КБ Радар» – управляющая компания холдинга «Системы радиолокации», кандидат технических наук, доцент

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:**

Кафедрой защиты информации учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 18 от 04.04.2023);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № \_\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_);

Научно-методическим советом по информационной безопасности Учебно-методического объединения по образованию в области информатики и радиоэлектроники (протокол № 12 от 02.05.2023);

Научно-методическим советом по системам и сетям инфокоммуникаций Учебно-методического объединения по образованию в области информатики и радиоэлектроники (протокол № 3 от 11.04.2023)

Ответственный за редакцию: С.С. Шишпаронок

**Пояснительная записка**

ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Микропроцессорные устройства и системы» разработана для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальностям 1-45 01 02 Инфокоммуникационные системы (по направлениям), 1-98 01 02 Защита информации в телекоммуникациях в соответствии с требованиями образовательных стандартов высшего образования первой ступени и типовых учебных планов вышеуказанных специальностей.

Актуальность изучения учебной дисциплины «микропроцессорные устройства и системы» определяется тем, что она является одной из первых специализированных учебных дисциплин, обеспечивающих базовую теоретическую и инженерную подготовку специалиста. Полученные студентами навыки по работе с микроконтроллерами и микропроцессорами могут применяться для проектирования и создания цифровых устройств в различных областях науки техники и являются важным элементом подготовки инженера по инфокоммуникационным системам, специалиста по защите информации.

В рамках образовательного процесса по учебной дисциплине «Микропроцессорные устройства и системы» студент должен приобрести не только теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны.

ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель учебной дисциплины: изучение основ микропроцессорной техники, включая принципы работы, методы проектирования и программирования устройств на современной элементной базе.

Задачи учебной дисциплины:

освоение представления о современной элементной базе микропроцессорных устройств, применяемых в инфокоммуникационных системах и инфокоммуникационных технологиях;

приобретение навыков проектирования, программирования микропроцессорных устройств и сопряжения их с периферийными устройствами;

развитие умения творчески применять и самостоятельно повышать объем своих знаний в области инфокоммуникаций и инфокоммуникационных технологий.

Базовыми учебными дисциплинами для учебной дисциплины «Микропроцессорные устройства и системы» являются «Математический анализ», «Физика», «Основы алгоритмизации и программирования». В свою очередь учебная дисциплина «Микропроцессорные устройства и системы» тематически связана с такими учебными дисциплинами как «Цифровая обработка и защита мультимедийной информации» (в отношении специальности 1-98 01 02 Защита информации в телекоммуникациях) и «Основы построения инфокоммуникационных систем» (в отношении специальности 1-45 01 02 Инфокоммуникационные системы (по направлениям), а также является базой для учебной дисциплины компонента учреждения высшего образования «Устройства обработки измерительных сигналов».

ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ

СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения учебной дисциплины «Микропроцессорные устройства и системы» формируется следующая базовая профессиональная компетенция: применять программные средства разработки и отладки программного обеспечения микропроцессорных систем *– для специальности
1-45 01 02 Инфокоммуникационные системы (по направлениям);*

применять программные средства разработки и отладки программного обеспечения для микропроцессорных систем инфокоммуникаций *– для специальности 1-98 01 02 Защита информации в телекоммуникациях*.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

*знать:*

основные принципы организации микропроцессорных устройств и систем;

основные элементы микропроцессорных устройств, систем и принцип их работы и взаимодействия;

структуру, архитектуру и систему команд современных микропроцессорных устройств;

интерфейсы ввода-вывода в микропроцессорной технике;

*уметь:*

анализировать алгоритмы функционирования различных микропроцессорных устройств;

разрабатывать аппаратную часть и программное обеспечение микропроцессорных устройств инфокоммуникаций;

разрабатывать устройства ввода-вывода с организацией обмена данными по современным интерфейсам;

применять программные средства разработки и отладки программного обеспечения микропроцессорных систем;

*владеть:*

навыками работы с современными средствами моделирования и программирования микропроцессорных устройств и систем;

навыками написания и отладки программ для микропроцессорных устройств и систем.

Типовая учебная программа рассчитана на 108 учебных часов, из них – 52 аудиторных. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 28 часов, лабораторные занятия – 24 часа*.*

**ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН**

| Наименование раздела, темы | Всего аудиторных часов | Лекции  | Лабораторные занятия |
| --- | --- | --- | --- |
| **Раздел 1. Основные составные элементы микропроцессора и микропроцессорных устройств** | **14** | **10** | **4** |
| Тема 1. Введение в микропроцессоры | 2 | 2 | **-** |
| Тема 2. Основные составные элементы микропроцессоров и микропроцессорных устройств | 2 | 2 | - |
| Тема 3. Архитектура микропроцессора  | 2 | 2 | - |
| Тема 4. Составные элементы и архитектура микроконтроллеров | 6 | 2 | 4 |
| Тема 5. Модели памяти микропроцессорных устройств | 2 | 2 | - |
| **Раздел 2. Организация интерфейсов и систем ввода-вывода** | **18** | **6** | **12** |
| Тема 6. Архитектура периферийных устройств: прерывания, таймеры-счетчики, интерфейсы ввода-вывода | 10 | 2 | 8 |
| Тема 7. Интерфейсы проводной связи микропроцессорных устройств | 6 | 2 | 4 |
| Тема 8. Интерфейсы беспроводной связи микропроцессорных устройств | 2 | 2 | - |
| **Раздел 3. Основы программирования микропроцессоров**  | **10** | **6** | **4** |
| Тема 9. Системы команд микропроцессоров | 2 | 2 | - |
| Тема 10. Программное обеспечение микропроцессорных устройств  | 2 | 2 | - |
| Тема 11. Программирование микропроцессорных устройств | 6 | 2 | 4 |
| **Раздел 4. Основы проектирования микропроцессорных систем**  | **10** | **6** | **4** |
| Тема 12. Этапы проектирования микропроцессорных систем | 6 | 2 | 4 |
| Тема 13. Безопасность микропроцессорных систем | 2 | 2 | - |
| Тема 14. Особенности применения микропроцессоров в инфокоммуникационных системах | 2 | 2 | - |
| **Итого:** | **52** | **28** | **24** |

**СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

Раздел 1. ОСНОВНЫЕ СОСТАВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МИКРОПРОЦЕССОРА
И МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ

Тема 1. ВВЕДЕНИЕ В МИКРОПРОЦЕССОРЫ

Основные понятия, определения и терминология, задачи учебной дисциплины. Основные характеристики микропроцессоров (МП). Классификация и типы МП. Представление информации в микропроцессорных системах (МС). Актуальность применения микропроцессорных устройств и основные проблемы их практической реализации и эксплуатации. Основные тенденции и перспективы развития цифровой техники и микропроцессорных систем.

Тема 2. ОСНОВНЫЕ СОСТАВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МИКРОПРОЦЕССОРОВ И МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ

Типовая структура микрокомпьютера (микропроцессорного устройства), назначение его отдельных функциональных блоков, общие сведения о его функционировании. Классификация микропроцессоров по назначению. Понятие об архитектуре микропроцессора. Структура типового микропроцессора: арифметико-логическое устройство (АЛУ), операционные регистры, управляющие регистры, регистры флага, дешифратор команд, устройство управления (УУ), счетчик команд, указатель стека. Структура типовой МС: процессор, память программ, память данных, устройства ввода-вывода, системная магистраль.

Тема 3. АРХИТЕКТУРА МИКРОПРОЦЕССОРА

Фон Неймановская и Гарвардская архитектура. Формат регистров и сигналы управления МП фон Неймановской и Гарвардской архитектур. Основные свойства и отличия CISC и RISC архитектур. Временные диаграммы основных машинных циклов. Понятие макро- и микроархитектуры. Обзор микроархитектур современных десктопных, мобильных и встраиваемых процессоров. Перспективы развития процессорных микроархитектур.

Тема 4. СОСТАВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И АРХИТЕКТУРА МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ

Микроконтроллеры. Отличие микропроцессоров от микроконтроллеров. Процессорные ядра MCS51, M4K, ARM.

Тема 5. МОДЕЛИ ПАМЯТИ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ

Терминология систем памяти. Классификация и параметры запоминающих устройств. Организация и функционирование памяти микропроцессорной системы. Регистровая память. Стековая память. Оперативное запоминающее устройство (ОЗУ). Динамические и статические запоминающие устройства. Архитектура ОЗУ. Временные параметры и временные диаграммы ОЗУ. Постоянное запоминающее устройство (ПЗУ). Классификация и свойства постоянных запоминающих устройств. Временные параметры и временные диаграммы ПЗУ.

Раздел 2. ОРГАНИЗАЦИЯ ИНТЕРФЕЙСОВ И СИСТЕМ ВВОДА-ВЫВОДА

Тема 6. АРХИТЕКТУРА ПЕРИФЕРИЙНЫХ УСТРОЙСТВ: ПРЕРЫВАНИЯ, ТАЙМЕРЫ-СЧЕТЧИКИ, ИНТЕРФЕЙСЫ ВВОДА-ВЫВОДА

Основные принципы организации ввода-вывода и их особенности: интерфейс ввода-вывода в микропроцессорной технике. Типы внешних устройств. Интерфейс с общей и разделенной шиной адреса. Назначение и состав шин данных, адреса и управления. Взаимодействие функциональных блоков. Организация чтения-записи, ввода-вывода байтов информации. Параллельная и последовательная передача данных. Синхронный и асинхронный обмен. Обмен по прерываниям. Прямой доступ к памяти. Использование таймеров.

Тема 7. ИНТЕРФЕЙСЫ ПРОВОДНОЙ СВЯЗИ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ

Способы передачи данных между микропроцессорными и внешними устройствами. Устройство и принцип работы интерфейсов USART (UART), I2C (TWI), RS-232, SPI, CAN, USB, Ethernet.

Тема 8. ИНТЕРФЕЙСЫ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ

Способы передачи данных между микропроцессорными и внешними устройствами. Стандарты Wi-Fi, Bluetooth, NFC.

Раздел 3. ОСНОВЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРОВ

Тема 9. СИСТЕМЫ КОМАНД МИКРОПРОЦЕССОРОВ

Системы команд микропроцессоров и микроконтроллеров. Микропроцессор с фиксированной системой команд и с микропрограммным управлением. Форматы команд. Представление данных в МС.

Тема 10. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ

Понятие алгоритма. Этапы программирования. Составление схем алгоритмов. Программирование в мнемокодах. Программирование типовых процедур: организация счетчика циклов, формирование временной задержки, определение модуля числа, сложение чисел, умножение чисел, ввод и вывод данных.

Тема 11. ПРОГРАММИРОВАНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ

Программирование на ассемблере. Программирование на языке Cи. Средства разработки и отладки. Интегрированные среды разработки. Системы сборки проекта. Режимы адресации. Виды команд: команды передачи данных, арифметические и логические операции, битовые операции, команды передачи управления, команды ввода-вывода. Подпрограммы. Компиляция. Настройки компилятора Си для программирования микроконтроллеров. Загрузка программ. Занесение программ в ПЗУ.

Раздел 4. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ

Тема 12. ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ

Уровни представления микропроцессорных систем. Этапы проектирования систем. Особенности разработки аппаратной и программной части. Кросс-средства разработки и отладки программного обеспечения. Эмуляторы и симуляторы. Комплексная отладка микропроцессорных систем.

Тема 13. БЕЗОПАСНОСТЬ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ

Оценка надежности МС. Контрольная сумма и циклические избыточные коды (CRC). Способы обеспечения безопасности МП. Защита от анализа управляющей программы, обфускация кода. Защита от перепрограммирования, проверка подлинности кода. Защита от физических атак. Аппаратные средства безопасности.

Тема 14. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРОВ В ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Сопряжение микропроцессорных систем с каналами связи. Понятие о протоколах обмена данными. Повышение помехоустойчивости каналов передачи данных. Применение МС в информационных системах, системах контроля и управления.

**ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Магда, Ю. С. Микроконтроллеры серии 8051 : практический подход / Ю. С. Магда. – Москва : ДМК Пресс, 2008. – 228 с.
2. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера. Дополнение по архитектуре ARM / Д. Харрис, С. Харрис. – Москва : ДМК Пресс, 2018. – 356 с.
3. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера: RISC-V / Д. Харрис, С. Харрис. – пер. с англ. В. С. Яценкова, А. Ю. Романова ; под ред. А. Ю. Романова. – Москва : ДМК Пресс, 2021. – 810 с.
4. Гуров, В. В. Микропроцессорные системы : учебное пособие / В. В. Гуров. – Москва : ИНФРА-М, 2023. – 336 с.
5. Микушин, А. В. Цифровые устройства и микропроцессоры : учебное пособие / А. В. Микушин, А. М. Сажнев, В. И. Сединин. – БХВ-Петербург, 2010. – 832 с.
6. Хартов, В. Я. Микропроцессорные системы : учебное пособие / В. Я. Хартов. – Москва : Academia, 2017. – 320 c.
7. Ревич, Ю. В. Занимательная электроника / Ю. В. Ревич. – 4-е изд. , перераб. и доп. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2017. – 640 с:
8. Белов, А. В. Микроконтроллеры AVR : от азов программирования до создания практических устройств / А. В. Белов. – Санкт-Петербург : Наука и Техника, 2016. – 544 с.
9. Ревич, Ю. В. Практическое программирование микроконтроллеров Atmel на языке ассемблера / Ю. В. Ревич. – 2-е изд. испр. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2011. – 362 с.
10. Трамперт, В. Измерение, управление и регулирование с помощью AVR микроконтроллеров / В. Трамперт. – Киев : МК-Пресс, 2006. – 200 с.
11. Таненбаум, Э. Архитектура компьютера / Э. Таненбаум, Т. Остин. –
6-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2013. – 816 с.
12. Пош, М. Программирование встроенных систем на C++17 / М. Пош. – пер. с анг. А. В. Снастина. – Москва : ДМК Пресс, 2020. – 394 с.
13. Магда, Ю. С. Программирование и отладка С/С++ приложений для микроконтроллеров ARM / Ю. С. Магда. – Москва : ДМК Пресс, 2017. – 168 с.
14. Сергеев, С. Л. Архитектуры вычислительных систем : учебник / С. Л. Сергеев. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2010. – 240 с.
15. Матюшин, А. О. Программирование микроконтроллеров : стратегия и тактика / А. О. Матюшкин. – Москва : ДМК Пресс, 2017. – 356 с.

Дополнительная

1. Безуглов, Д. А. Цифровые устройства и микропроцессоры : учебное пособие для вузов / Д. А. Безуглов, И. В. Калиенко. – Ростов на Дону : Феникс, 2008. – 468 с.
2. Болл, С. Р. Аналоговые интерфейсы микроконтроллеров / С. Р. Болл. – Москва : Додэка XXI, 2007. – 360 с.
3. Огородников, И. Н. Микропроцессорная техника: введение в Cortex-M3 : учебное пособие / И. Н. Огородников. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 116 с.
4. Microchip Datasheets [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.microchip.com/en-us/document-listing?docCategory=datasheets. – Дата доступа: 25.05.2023
5. STM32 32-bit Arm Cortex MCUs – PDF Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/stm32-32-bit-arm-cortex-mcus/documentation.html. – Дата доступа: 25.05.2023

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И

ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

изучение лекционных материалов;

углубленное изучение отдельных тем учебной дисциплины по учебникам и учебным пособиям в соответствии с рекомендациями преподавателя;

подготовка к лабораторным занятиям (изучение теоретического материала, схем лабораторных установок, методик экспериментальных исследований);

подготовка рефератов по отдельным темам учебной дисциплины.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТА

Типовыми учебными планами по специальностям 1-45 01 02 Инфокоммуникационные системы (по направлениям), 1-98 01 02 Защита информации в телекоммуникациях в качестве формы промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Микропроцессорные устройства и системы» рекомендуется экзамен. Оценка учебных достижений студента производится по десятибалльной системе.

Для текущего контроля по учебной дисциплине и диагностики компетенций студентов могут использоваться следующие формы:

коллоквиумы перед выполнением лабораторных работ;

отчеты по лабораторным работам с их устной защитой;

текущий опрос на лекциях.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МЕТОДЫ (ТЕХНОЛОГИИ) ОБУЧЕНИЯ

Основные рекомендуемые методы (технологии) обучения, отвечающие целям и задачам учебной дисциплины:

элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;

элементы учебно-исследовательской деятельности, творческий подход, реализуемые на лабораторных занятиях.

Примерный перечень ТЕМ лабораторных ЗАНЯТИЙ

1. Изучение интегрированной среды разработки и программной модели микроконтроллера.
2. Изучение портов ввода/вывода микроконтроллера.
3. Изучение таймеров и системы прерываний.
4. Изучение подсистемы памяти
5. Изучение работы с внешними устройствами.
6. Изучение работы последовательных интерфейсов.

Примерный перечень компьютерных программ

(*необходимого оборудования, наглядных пособий и др.)*

1. Операционная система Microsoft Windows (версия 7 или выше).
2. Интегрированная среда разработки (в зависимости от изучаемого микропроцессора: Microchip Studio; MPLABX, ARM Keil, Arduino IDE, Microsoft Visual Studio).
3. Пакет программ для автоматизированного проектирования электронных схем Proteus Design Suite (версия 8 или выше).