**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
ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ СИСТЕМ**

**Типовая учебная программа по учебной дисциплине**

**для специальности**

**1-39 03 02 Программируемые мобильные системы**

|  |  |
| --- | --- |
| **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:**

О.Ч.Ролич, доцент кафедры проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат технических наук, доцент

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Кафедра интеллектуальных систем Белорусского государственного университета (протокол № 12 от 14.03.2023);

А.В.Гулай, заведующий кафедрой «Интеллектуальные и мехатронные системы» Белорусского национального технического университета, кандидат технических наук, доцент

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:**

Кафедрой проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № \_\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_);

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

Научно-методическим советом по разработке программного обеспечения и информационно-коммуникационным технологиям Учебно-методического объединения по образованию в области информатики и радиоэлектроники (протокол № \_\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_)

Ответственный за редакцию: С. С. Шишпаронок

# **Пояснительная записка**

ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Микропроцессорные устройства для мобильных систем» разработана для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1-39 03 02 Программируемые мобильные системы в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования I ступени и типового учебного плана вышеуказанной специальности.

Учебная дисциплина связана с принципиальными основами организации и структуризации микропроцессорных устройств современных программируемых мобильных систем и предусматривает изучение принципов проектирования и моделирования аппаратно-программной базы микропроцессорной техники с учеом приобретения соответствующих практических навыков. Изучение данных вопросов является приоритетным в рамках специальности 1-39 03 02 Программируемые мобильные системы.

Учебная дисциплина «Микропроцессорные устройства для мобильных систем» позволяет будущему специалисту закрепить знания в областях электроники, микропроцессорной техники, системо- и схемотехники, также способствует овладению инструментами создания загрузочных исполняемых образов программируемых мобильных систем.

В рамках образовательного процесса по данной учебной дисциплине 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 принципов построения и функционирования сложных микропроцессорных устройств.

Задачи учебной дисциплины:

анализ архитектурных решений современных микропроцессорных устройств;

изучение классификации запоминающих устройств;

анализ принципиальных электрических схем подключения запоминающих устройств к микропроцессору;

освоение программного управления запоминающими устройствами;

приобретение навыков проектирования загрузочных программ и устройств.

Базовыми учебными дисциплинами для курса «Микропроцессорные устройства для мобильных систем» являются «Физика», «Технологии разработки программного обеспечения», «Компьютерные системы и сети». В свою очередь учебная дисциплина «Микропроцессорные устройства для мобильных систем» является базой для дипломного проектирования и такой учебной дисциплины, как «Проектирование программируемых мобильных систем».

ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ

 СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения учебной дисциплины «Микропроцессорные устройства для мобильных систем» формируется следующая базовая профессиональная компетенция: проводить анализ архитектуры и процессов функционирования цифровых устройств и микропроцессорной техники для мобильных устройств и систем с учетом заданных характеристик.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

*знать:*

обобщенную архитектуру современных микропроцессорных устройств;

принципы архитектурного анализа электронных мобильных систем;

типы и принципы функционирования запоминающих устройств;

схемы подключения запоминающих устройств к микропроцессору;

структуру и принципы построения загрузочных программ и устройств;

*уметь:*

выбирать оптимальную структуру электронной мобильной системы для решения конкретной задачи;

проектировать загрузочные программы и устройства на базе заданной структуры мобильной системы;

*владеть:*

навыками проектирования и отладки аппаратно-программного обеспечения электронных мобильных систем, подготовки электронных мобильных систем к эксплуатации.

Типовая учебная программа рассчитана на 108 учебных часов, из них –
68 аудиторных. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 34 часа, лабораторные занятия – 16 часов, практические занятия –
18 часов.

**ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН**

| Наименование раздела, темы | Всего аудиторных часов | Лекции | Лабораторные занятия | Практические занятия |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Введение | 2 | 2 | - | - |
| **Раздел 1. Архитектура современных микропроцессорных устройств** | **16** | **10** | **-** | **6** |
| Тема 1.  Одноплатные компьютеры как современные микропроцессорные устройства | 2 | 2 | - | - |
| Тема 2. Электрическая структура одноплатных компьютеров | 8 | 4 | - | 4 |
| Тема 3. Архитектурная основа одноплатных компьютеров | 6 | 4 | - | 2 |
| **Раздел 2. Организация запоминающих устройств** | **26** | **12** | **8** | **6** |
| Тема 4. Типы запоминающих устройств | 4 | 2 | - | 2 |
| Тема 5. Алгоритмы функционирования запоминающих устройств | 8 | 4 | 4 | - |
| Тема 6. Способы подключения запоминающих устройств к микропроцессору | 14 | 6 | 4 | 4 |
| **Раздел 3. Проектирование загрузочных устройств** | **24** | **10** | **8** | **6** |
| Тема 7. Этапы загрузки микропроцессорных устройств | 2 | 2 | - | - |
| Тема 8. Классификация загрузочных программ | 8 | 2 | 4 | 2 |
| Тема 9. Методика создания загрузочных программ | 10 | 4 | 4 | 2 |
| Тема 10. Запуск операционной системы | 4 | 2 | - | 2 |
| **Итого:** | **68** | **34** | **16** | **18** |

**СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

ВВЕДЕНИЕ

Цель и задачи учебной дисциплины. Содержание учебной дисциплины и ее связь с другими курсами специальности. Основные термины и определения.

Обобщенная структура микропроцессорной системы. Распределенные системы. Место микропроцессорных устройств в распределенных системах.

РАЗДЕЛ 1. АРХИТЕКТУРА
СОВРЕМЕННЫХ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ

Тема 1. ОДНОПЛАТНЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ
КАК СОВРЕМЕННЫЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ УСТРОЙСТВА

Понятие и применение одноплатного компьютера. Классификация одноплатных компьютеров. Микропроцессорные устройства на базе одноплатных компьютеров.

Тема 2. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ОДНОПЛАТНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ

Обзор структурных решений современных одноплатных компьютеров: Raspberry PI, Orange PI, Banana PI, BeagleBone, Odroid, OlinuXino, Bubblegum, Cubieboard, CubieAIO, HummingBoard, Firefly, Galileo, NanoPI, Pine A64, Dart MX8M.

Тема 3. АРХИТЕКТУРНАЯ ОСНОВА ОДНОПЛАТНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ

Обзор архитектуры базовых микропроцессоров одноплатных компьютеров: Qualcomm, Allwinner, TI Sitara, Freescale, Rockchip, Intel Quark, NXP iMX, Samsung S5. Место запоминающих устройств в микропроцессорных системах.

РАЗДЕЛ 2. ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАПОМИНАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Тема 4. ТИПЫ ЗАПОМИНАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Классификация запоминающих устройств: SRAM, DRAM (PSRAM, SDRAM (SDR, DDR)), MRAM, FRAM, PCM, SCM (NOR, NAND (SLC, MLC, TLC, QLC), EEPROM, PC-CARD, SD/MMC, HDD, SSD). Структурные и физические характеристики запоминающих устройств.

Тема 5. АЛГОРИТМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
ЗАПОМИНАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Интерфейсы запоминающих устройств: SATA, PCI, SPI, I2C, FMC, SDIO. Циклы записи в запоминающие устройства и чтения из запоминающих устройств. Реализация управления внешними запоминающими устройствами на основе различных микропроцессорных архитектур.

Тема 6. СПОСОБЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ЗАПОМИНАЮЩИХ УСТРОЙСТВ
К МИКРОПРОЦЕССОРУ

Фрагменты принципиальных электрических схем подключения к микропроцессорам запоминающих устройств различного типа.

РАЗДЕЛ 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗАГРУЗОЧНЫХ УСТРОЙСТВ

Тема 7. ЭТАПЫ ЗАГРУЗКИ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ

Алгоритмы запуска микропроцессорных устройств и загрузки операционных систем. Роль и функции загрузочных программ в запуске микропроцессорных устройств. Локализация и алгоритмы выполнения загрузочных программ.

Тема 8. КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАГРУЗОЧНЫХ ПРОГРАММ

Загрузочные программы современных операционных систем. Загрузочные программы встраиваемых систем. Универсальные загрузочные программы.

Тема 9. МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ ЗАГРУЗОЧНЫХ ПРОГРАММ

Методика проектирования универсальных загрузочных программ для встраиваемых систем. Проектирование u-boot для заданной микропроцессорной архитектуры.

Тема 10. ЗАПУСК ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Командные оболочки операционных систем. Интерфейсы отладочных сообщений и управления микропроцессорными устройствами. Поддержка файловой системы.

**ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### ЛИТЕРАТУРА

###### Основная

1. Петин В. А. Микрокомпьютеры Raspberry Pi : практическое руководство / В. А. Петин. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2015. – 240 с.
2. Богородов, В. И. Цифровые и микропроцессорные устройства : учебное пособие / В. И. Богородов. – Минск : УО ВГКС, 2015. – 340 с.
3. Харрис, С. Л. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера : RISC-V / С. Л. Харрис, Д. М. Харрис ; под ред. А. Ю. Романова. – Москва : ДМК Пресс, 2022. – 810 с.
4. Зализный, Д. И. Микроэлектронные и микропроцессорные устройства в энергетике : учебное пособие / Д. И. Зализный. – Москва ; Берлин : Direct MEDIA, 2021. – 196 с.
5. Левкович, В. Н. Микропроцессорные устройства : лабораторный практикум : учебно-методическое пособие / В. Н. Левкович, Е. Н. Каленкович, А. А. Казека. – Минск : БГУИР, 2012. – 92 с.
6. Digital and Microprocessor Devices = Цифровые и микропроцессорные устройства : course materials. Part 2 : Microprocessor Devices / A. Budzko, Y. Kalenkovich. – Minsk : BSUIR, 2012. – 181 p.
7. Таненбаум, Э. Современные операционные системы / Э. Таненбаум, Х. Бос. – 4-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2021. – 1120 с.
8. Лав, Р. Ядро Linux. Описание процесса разработки / Р. Лав. – 3-е изд. – Москва : Вильямс, 2013. – 496 с.
9. Оношко, Д. Е. Основы разработки операционных систем : учебно-методическое пособие / Д. Е. Оношко, В. В. Бахтизин. – Минск : БГУИР, 2022. – 123 с.
10. Гурский, А. Л. Цифровые и микропроцессорные устройства средств измерений. Лабораторный практикум : учебно-методическое пособие : в 2 ч. / А. Л. Гурский, Н. А. Певнева. – Минск : БГУИР, 2013. – Ч. 2 : Микропроцессорные устройства. – 48 с.

Дополнительная

1. Петров, С. Н. Цифровые и микропроцессорные устройства. Лабораторный практикум : пособие / С. Н. Петров, С. Л. Прищепа. – Минск : БГУИР, 2013. – 75 с.
2. Практический курс микропроцессорной техники на базе процессорных ядер ARM-Cortex-M3/M4/M4F / В. Ф. Козаченко [и др.] ; под общ. ред. В. Ф. Козаченко. – Москва : МЭИ, 2019. – 542 с.
3. Курячий, Г. В. Операционная система Linux: курс лекций / Г. В. Курячий, К. А. Маслинский. – Москва : ИУИТ, 2005. – 392 с.
4. Смит, Б. Э. Архитектура и программирование микропроцессора Intel 80386 / Б. Э. Смит, М. Т. Джонсон ; пер. с англ. – Москва : Конкорд, 1992. – 334 с.
5. Морс, С. Архитектура микропроцессора 80286 / С. Морс, Д. Алберт ; пер. с англ. В. Л. Григорьева. – Москва : Радио и связь, 1990. – 299 с.
6. Мартемьянов, Ю. Ф. Операционные системы. Концепции построения и обеспечения безопасности : учебное пособие / Ю. Ф. Мартемьянов, Ал. В. Яковлев, Ан. В. Яковлев. – 2-е изд., стер. – Москва : Горячая линия-Телеком, 2018. – 332 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И

ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

проработка конспекта лекций;

подготовка рефератов на практические занятия;

выполнение индивидуальных заданий;

подготовка выступлений по разработанной студентом теме;

решение проблемных (творческих) задач, предполагающих неформализованный ответ.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТА

Типовым учебным планом по специальности 1-39 03 02 Программируемые мобильные системы в качестве формы промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Микропроцессорные устройства для мобильных систем» рекомендуется экзамен. Оценка учебных достижений студента проводится по десятибалльной шкале.

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

собеседование;

отчеты по лабораторным работам с их устной защитой;

проведение текущих контрольных опросов по отдельным темам на практических занятиях.

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 практических занятиях;

элементы дистанционного обучения с использованием электронных образовательных ресурсов при подготовке к коллоквиуму, практическим занятиям.

Примерный перечень ТЕМ лабораторных ЗАНЯТИЙ

1. Исследование работы электронных запоминающих устройств.
2. Схемотехника запоминающих устройств.
3. Исследование загрузочных программ.
4. Создание универсальных загрузочных программ.

Примерный перечень ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Электрическая структура одноплатных компьютеров.
2. Интерфейсы связи одноплатных компьютеров.
3. Архитектура центральных процессоров одноплатных компьютеров.
4. Алгоритмы функционирования запоминающих устройств.
5. Схемы подключения к микропроцессорам оперативных запоминающих устройств.
6. Схемы подключения к микропроцессорам постоянных запоминающих устройств.
7. Алгоритмика универсальных загрузочных программ.
8. Тестирование загрузочных программ.
9. Командные оболочки операционных систем.

Примерный перечень компьютерных программ

( *необходимого оборудования, наглядных пособий и т. п.)*

1. Microsoft Office.
2. Proteus 8.
3. Multisim 14.
4. Micro-Cap 11.
5. Система Java Runtime Environment (JRE).
6. Среда программирования Eclipse MARS со встроенным инструментом org.eclipse.cdt.cross.arm.gnu.
7. Инструментарий Java Development Kit (JDK.)
8. Инструментарий СDevelopment Toolkit (СDT).
9. Инструментарий Software Development Kit (SDK).
10. GNU ARM Tools Embedded: gcc-arm-elf, gcc-arm-none-eabi.