

**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 № \_\_\_\_\_

**МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СРЕДСТВА И СИСТЕМЫ**

**Примерная учебная программа по учебной дисциплине  
для специальности**

**6-05-0611-05 Компьютерная инженерия**

**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 2024

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

И.Л.Селезнев, доцент кафедры электронных вычислительных машин учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат технических наук, доцент

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Кафедра «Физика» Белорусского национального технического университета (протокол № 10 от 19.03.2024);

А.В.Бушкевич, директор общества с ограниченной ответственностью «АКСОНИМ»

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ПРИМЕРНОЙ:**

Кафедрой электронных вычислительных машин учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 15 от 18.03.2024);

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 \_\_\_\_\_).

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Примерная учебная программа по учебной дисциплине «Микропроцессорные средства и системы» разработана для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 6-05-0611-05 «Компьютерная инженерия» в соответствии с требованиями образовательного стандарта общего высшего образования и примерного учебного плана вышеуказанной специальности.

Актуальность изучения учебной дисциплины определяется необходимостью обладания знаниями по теоретическим и прикладным аспектам проектирования современных микропроцессорных средств и систем и является основой для изучения современных подходов и методов практической реализации специализированных вычислительных систем широкого спектра применения. Учебная дисциплина «Микропроцессорные средства и системы» также направлена на развитие аналитического и системного мышления, инициативности, привитие обучающимся потребности в профессиональном самосовершенствовании и саморазвитии.

Воспитательное значение учебной дисциплины «Микропроцессорные средства и системы» заключается в формировании у обучающихся математической культуры и научного мировоззрения; развитии исследовательских умений, аналитических способностей, креативности, необходимых для решения научных и практических задач; развитии познавательных способностей и активности: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности; формировании способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации.

Изучение данной учебной дисциплины способствует созданию условий для формирования интеллектуально развитой личности обучающегося, которой присущи стремление к профессиональному совершенствованию, активному участию в экономической и социально-культурной жизни страны, гражданская ответственность и патриотизм.

### ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель преподавания учебной дисциплины: освоение профессиональных компетенций и знаний, а также овладение умениями и навыками в области организации, функционирования, проектирования, применения и программирования современных микропроцессорных средств и систем.

Задачи учебной дисциплины:

приобретение знаний о строении и принципах функционирования компонентов архитектуры современных микропроцессорных систем, взаимодействии компонентов между собой;

освоение навыков управления, обмена данными и программирования компонентов архитектуры современных микропроцессорных систем;

овладение методами проектирования микропроцессорных систем по заданным техническим условиям.

Учебная дисциплина «Микропроцессорные средства и системы» изучается на четвертом курсе и, по сути, является финальной в своей области, она базируется на знаниях, полученных при освоении содержания такой учебной дисциплины, как «Архитектура персональных компьютеров».

### ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения учебной дисциплины «Микропроцессорные средства и системы» формируются следующая базовая профессиональная компетенция: применять знания о строении и принципах функционирования компонентов архитектуры современных микропроцессорных систем, о взаимодействии компонентов между собой при их программировании.

В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:

*знать:*

основы построения и функционирования различных типов микропроцессорных средств и систем;

обобщенные схемы компонентов микропроцессорных систем (процессор, канал, подсистема прерываний, таймеры, контроллеры, контроллеры ввода вывода, память и т.д.);

архитектуру и принципы построения программного обеспечения микропроцессорных систем;

тенденции развития архитектуры микропроцессорных систем;

*уметь:*

выбирать и применять микропроцессорные средства и системы на их основе для эффективного решения конкретных задач;

осуществлять управление узлами и блоками микропроцессорных средств и систем;

проектировать структуру микропроцессорной системы для конкретной технической задачи;

разрабатывать алгоритм функционирования и программное обеспечение для микропроцессорной системы;

*владеть:*

основами подключения и сопряжения цифровых и аналоговых устройств;

основами передачи данных по стандартным интерфейсам (UART, SPI);

основами загрузки прошивки в ROM микропроцессорной системы.

Примерная учебная программа рассчитана на 180 учебных часов, из них – 72 аудиторных. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 40 часов, лабораторные занятия – 32 часа.

## ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование раздела, темы	Всего аудиторных часов	Лекции	Лабораторные занятия
Введение	2	2	-
<b>Раздел 1. Архитектура микроконтроллера MSP430</b>	<b>66</b>	<b>34</b>	<b>32</b>
Тема 1. Обзор архитектуры микроконтроллера MSP430	2	2	-
Тема 2. Среда разработки Code Composer Studio	8	4	4
Тема 3. Подсистема прерываний и питания	10	6	4
Тема 4. Цифровой ввод/вывод и таймеры	8	4	4
Тема 5. Аналоговый ввод/вывод	8	4	4
Тема 6. Умножитель. Последовательный интерфейс	6	2	4
Тема 7. LCD и акселерометр	6	2	4
Тема 8. Подсистема памяти	8	4	4
Тема 9. Библиотеки	6	2	4
Тема 10. USB	2	2	-
Тема 11. DSP процессор	2	2	-
<b>Раздел 2. Развитие микропроцессорных средств и систем</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>-</b>
Тема 12. Проектирование микропроцессорных систем	2	2	-
Тема 13. Тенденции развития	2	2	-
<b>Итого:</b>	<b>72</b>	<b>40</b>	<b>32</b>

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### ВВЕДЕНИЕ

Предмет учебной дисциплины, ее цели и задачи. Учебно-методическое обеспечение. Классификация микропроцессорных систем

#### Раздел 1. АРХИТЕКТУРА МИКРОКОНТРОЛЛЕРА MSP430

##### Тема 1. ОБЗОР АРХИТЕКТУРЫ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА MSP430

Архитектура микроконтроллеров серии MSP430, их назначение и характеристики. Регистровая модель и режимы адресации. Архитектура микропроцессорной платы MSP-EXP-430F5529.

##### Тема 2. СРЕДА РАЗРАБОТКИ CODE COMPOSER STUDIO

Интегрированная среда разработки Code Composer Studio. Создание и отладка проекта. Просмотр памяти и регистров контроллера.

##### Тема 3. ПОДСИСТЕМА ПРЕРЫВАНИЙ И ПИТАНИЯ

Системный сброс. Начальное состояние. Подсистема прерываний. Системные регистры. Карта памяти. Подсистема тактирования. Подсистема управления питанием. Режимы пониженного энергопотребления.

##### Тема 4. ЦИФРОВОЙ ВВОД/ВЫВОД И ТАЙМЕРЫ

Цифровые порты микроконтроллера, их структура и программирование. Подключение кнопок и светодиодов. Таймеры микроконтроллера, их режимы.

##### Тема 5. АНАЛОГОВЫЙ ВВОД/ВЫВОД

ADC: структура и режимы функционирования. Компаратор: структура и режимы функционирования. Подключение потенциометра. Сенсорные элементы, их подключение.

##### Тема 6. УМНОЖИТЕЛЬ. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ ИНТЕРФЕЙС

Умножитель: структура и режимы функционирования. Асинхронный приемопередатчик UART. Интерфейс SPI. Протокол обмена интерфейса SPI.

##### Тема 7. LCD И АКСЕЛЕРОМЕТР

Подключение LCD, режимы работы и команды контроллера LCD, протокол обмена. Подключение акселерометра, режимы работы и команды, протокол обмена.

##### Тема 8. ПОДСИСТЕМА ПАМЯТИ

Память микроконтроллера. Flash-память. Подсистема прямого доступа к памяти. Структура, режимы адресации и обмена контроллера DMA. SD-карта памяти, организация и протокол обмена.

## Тема 9. БИБЛИОТЕКИ

Использование высокоуровневых библиотек.

## Тема 10. USB

Использование и подключение USB-контроллера. Структура и режимы обмена.

## Тема 11. DSP ПРОЦЕССОР

Обзор архитектуры DSP процессора C5510. Состав и назначение шин, вычислительные блоки. Взаимодействие многоканального приемопередатчика и DMA.

## Раздел 2. РАЗВИТИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СРЕДСТВ И СИСТЕМ

### Тема 12. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ

Среда разработки LabVIEW. Графический язык программирования с управлением от потока данных. Парадигма автоматного программирования. Пример сложной системы.

### Тема 13. ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ

Тенденции и перспективы развития современных микропроцессорных средств и систем.

**ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ****ЛИТЕРАТУРА****ОСНОВНАЯ**

1. Code Composer Studio IDE V8.x For MSP430 MCUs (Rev. AR) CCSv8 User's Guide : TI, Lit. Num. SLAU157AR, 2018. – 68 p. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://usermanual.wiki/Document/CCSv820Users20Guide.1865048385>. – Дата доступа: 05.04.2024.
2. MSP-EXP430F5529 Experimenter's Board. User's Guide : TI, Lit. Num. SLAU330B, 2017. – 40 p. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://manualzz.com/doc/28282509/msp-exp430f5529-experimenter-board-user-s>. – Дата доступа: 05.04.2024.
3. MSP430x5xx and MSP430x6xx Family User`s Guide : TI, Lit. Num. SLAU208P, 2016. – 1189 p. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://manualzz.com/doc/23135910/msp430x5xx-and-msp430x6xx-family-user-s-guide>. – Дата доступа: 05.04.2024.
4. MSP430F5529, MSP430F5528, MSP430F5527, MSP430F5526, MSP430F5525, MSP430F5524, MSP430F5522, MSP430F5521, MSP430F5519, MSP430F5517, MSP430F5515, MSP430F5514, MSP430F5513, MSP430F552x, MSP430F551x Mixed-Signal Microcontroller: TI, Lit. Num. SLAS590M, 2015. – 128 p. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://engenharias.net.br/wp-content/uploads/2018/02/msp430f5528.pdf>. – Дата доступа: 05.04.2024.
5. Introducing TI MSP430 Microcontrollers: LibStock, 2017. – 413 p. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://libstock.mikroe.com/blog\\_docs/get/124/1522420601-introducing-ti-m.pdf](https://libstock.mikroe.com/blog_docs/get/124/1522420601-introducing-ti-m.pdf). – Дата доступа: 05.04.2024.
6. Зализный, Д. И. Микроэлектронные и микропроцессорные устройства в энергетике : учебное пособие / Д. И. Зализный. – Москва ; Берлин : Direct MEDIA, 2021. – 196 с.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ**

7. Code Composer Studio Development Tools v3.3. Getting Started Guide : TI, Lit. Num. SPRU509E, 2004. – 151 p. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cs.cmu.edu/afs/cs/academic/class/15745-s05/www/ccs/CCS-gettingstarted.pdf>. – Дата доступа : 05.04.2024.
8. Семейство микроконтроллеров MSP430x2xx. Архитектура. Программирование. Разработка приложений / Москва : ИД Додэка-XXI, 2010. – 544 с.
9. Семейство микроконтроллеров MSP430x4xx : руководство пользователя / пер. с англ. – Москва : Компэл, 2005. – 416 с.
10. MSP430 Capacitive Single-Touch Sensor Design Guide : TI, Lit. Num. SLAA379, 2008. – 19 p. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docplayer.net/20745536-Application-report-vincent-chan-steve-underwood-msp430.html>. – Дата доступа: 05.04.2024.



11. DOGS Graphic Series 102x64 Dots : Electronic Assembly, 2009. – 8 p. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lcd-module.com/eng/pdf/grafik/dogs102-6e.pdf>. – Дата доступа: 05.04.2024.

12. UC1701x. 65x132 STN Controller-Driver. MP Specifications: UltraChip, 2008, Rev. 1.0. – 48 p. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.crystalfontz.com/controllers/UltraChip/UC1701x/423> – Дата доступа: 05.04.2024.

13. Применение MMC-карт в микроконтроллерных системах : Современная электроника, №1, 2006. – 4 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://303421.selcdn.ru/soel-upload/clouds/1/iblock/310/310d3b26c928afd130c54f82ee39e600/200601046.pdf> – Дата доступа: 05.04.2024.

14. Костров, Б. В. Микропроцессорные системы и микроконтроллеры / Б. В. Костров, В. Н. Ручкин. – Москва : Десс, 2007. – 320 с.

## ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ КОМПЕТЕНЦИЙ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Примерным учебным планом по специальности 6-05-0611-05 «Компьютерная инженерия» в качестве формы промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Микропроцессорные средства и системы» рекомендуется экзамен. Оценка учебных достижений обучающихся производится по десятибалльной шкале.

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

письменные отчеты по лабораторным работам с их устной защитой;  
устный опрос по теме занятия.

## РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МЕТОДЫ (ТЕХНОЛОГИИ) ОБУЧЕНИЯ

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

проблемное обучения (проблемное изложение, вариативное изложение, частично-поисковый метод), реализуемое на лекционных занятиях;  
учебно-исследовательская деятельность, творческий подход, реализуемые на лабораторных занятиях.

## ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

1. Знакомство с Code Composer Studio, цифровой ввод-вывод.
2. Подсистема прерываний и таймеры.
3. Подсистема тактирования и энергопотребления.
4. Компаратор. ADC. Потенциометр. Сенсоры.
5. SPI. LCD. Акселерометр.
6. Память. DMA. SD-карта.
7. Комплексное использование всех средств микроконтроллера.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ  
(необходимого оборудования, наглядных пособий и др.)

1. Персональный компьютер на основе микропроцессора с архитектурой Pentium или выше.
2. Операционная система Windows 7 или выше.
3. Code Composer Studio с поддержкой MSP430F5529.
4. Микропроцессорная система MSP-EXP430F5529.