

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Должность: Ректор МИЭТ

Дата подписания: 16.07.2024 13:32:38

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f8bea882b8d602

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский университет

«Московский институт электронной техники»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Г. Балашов

«16.07.2024» 2023 г.

М.П.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Программирование микроконтроллеров»

Направление подготовки – 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Направленность (профиль)– «Программно-аппаратное обеспечение вычислительных систем» (очно-заочная форма обучения)

Москва 2023 г.

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция **ПК-2 «Способен разрабатывать программное обеспечение вычислительных систем»** сформулирована на основе профессионального стандарта **06.028 «Системный программист»**.

Обобщенная трудовая функция А «Разработка компонентов системных программных продуктов».

Трудовые функции: А/03.6 «Разработка системных утилит».

| Подкомпетенции, формируемые в дисциплине                                                                          | Задачи профессиональной деятельности                                                                              | Индикаторы достижения подкомпетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-2.ПМ<br>Способен разрабатывать программное обеспечение для микропроцессорных информационно-управляющих систем. | Разработка, отладка, модификация и поддержка системного программного обеспечения информационно-управляющих систем | <b>Знания</b> основных принципов работы технологий разработки программного обеспечения микроконтроллеров на примере микроконтроллеров семейства STM32 и ядра Arm CORTEX-M4.<br><b>Умение</b> ставить и решать задачи по разработке программного обеспечения для микроконтроллеров встраиваемых систем.<br><b>Опыт</b> разработки и отладки программного обеспечения для микроконтроллеров серии STM32 во встраиваемых и информационно-управляющих системах с использованием языка C. |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть формируемую участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Входные требования к дисциплине – необходимы компетенции в области информатики, схемотехники и программирования на языке C.

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Курс | Семестр | Общая трудоёмкость (ЗЕ) | Общая трудоёмкость (часы) | Контактная работа |                            |                             | Самостоятельная работа (часы) | Промежуточная аттестация |
|------|---------|-------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------|
|      |         |                         |                           | Лекции (часы)     | Лабораторные работы (часы) | Практические занятия (часы) |                               |                          |
| 3    | 5       | 5                       | 180                       | 16                | 32                         | -                           | 96                            | Экз (36)                 |

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| № и наименование модуля                                                    | Контактная работа |                            |                             | Самостоятельная работа | Формы текущего контроля                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                            | Лекции (часы)     | Лабораторные работы (часы) | Практические занятия (часы) |                        |                                                                                |
| <b>Модуль 1</b><br>Основные характеристики и организация микроконтроллеров | 2                 | 8                          | -                           | 22                     | Защита лабораторных работ                                                      |
| <b>Модуль 2</b><br>Организация памяти, системные периферийные устройства   | 4                 | 8                          | -                           | 26                     | Тестирование<br>Защита лабораторных работ<br>Проверка самостоятельного задания |
| <b>Модуль 3</b><br>Технологии программирования микроконтроллеров           | 4                 | 8                          | -                           | 22                     | Защита лабораторных работ<br>Проверка самостоятельного задания                 |
| <b>Модуль 4</b><br>Периферийные устройства                                 | 6                 | 8                          | -                           | 26                     | Защита лабораторных работ<br>Проверка самостоятельного задания                 |

##### 4.1. Лекционные занятия

| № модуля | № лекции | Объем занятия (часы) | Краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------|----------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | 1        | 1                    | Основные характеристики микроконтроллеров : архитектура ядра, производительность, объемы памяти, внешние интерфейсы, энергопотребление. Потребительские характеристики : система команд, класс решаемых задач, области применения, инструментальные средства разработки. |
|          | 2        | 1                    | Функциональная и структурная схема организации микроконтроллера. Назначение и характеристики отдельных блоков. Различные системы команд. Основные стадии выполнения команды. Конвейер.                                                                                   |
| 2        | 3        | 1                    | Организация ввода-вывода информации от периферийных устройств. Система тактирования. Обмен информацией с периферийными устройствами в режиме ожидания, по прерываниям, через механизм прямого доступа в память.                                                          |
|          | 4        | 1                    | Организация системы прерываний в современных микроконтроллерах.                                                                                                                                                                                                          |

| № модуля | дисциплины | № лекции | Объем занятия (часы) | Краткое содержание                                                                                                                                          |
|----------|------------|----------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          |            |          |                      | Векторные и радиальные прерывания. Таблица векторов прерываний. Приоритет прерываний.                                                                       |
|          |            | 5        | 1                    | Организация памяти. Внутренняя память микроконтроллеров. Современные элементы запоминающих устройств. Электрически перепрограммируемые ПЗУ (Flash, EEPROM). |
| 3        |            | 6        | 1                    | Средства разработки и отладки микроконтроллеров.                                                                                                            |
|          |            | 7        | 2                    | Техники и стандарты применения языков программирования C/C++, используемые при разработке ПО для микроконтроллеров.                                         |
|          |            | 8        | 1                    | Обзор современных библиотек для разработки встраиваемых систем.                                                                                             |
| 4        |            | 9        | 1                    | Порты ввода-вывода. Часы реального времени.                                                                                                                 |
|          |            | 10       | 1                    | Универсальный асинхронный приемо-передатчик USART.                                                                                                          |
|          |            | 11       | 1                    | Таймеры общего назначения. Сторожевой таймер.                                                                                                               |
|          |            | 12       | 1                    | Модуль аналого-цифрового преобразования.                                                                                                                    |
|          |            | 13       | 1                    | Модуль широтно-импульсной модуляции ШИМ.                                                                                                                    |
|          |            | 14       | 1                    | Последовательный периферийный интерфейс SPI.                                                                                                                |
|          |            | 15       | 1                    | Последовательный синхронный интерфейс I <sup>2</sup> C.                                                                                                     |

#### 4.2. Практические занятия

*Не предусмотрены*

#### 4.3. Лабораторные работы

| № модуля | дисциплины | № лабораторной работы | Объем занятия (часы) | Наименование работы                                                                                                                                                                               |
|----------|------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        |            | 1                     | 4                    | RISC-микроконтроллер с ядром ARM Cortex-M4.<br>Архитектура, система команд, средства разработки и отладки программного обеспечения.<br>Изучение среды разработки PlatformIO и Visual Studio Code. |
|          |            | 2                     | 4                    | RISC-микроконтроллер с ядром ARM Cortex -M4.<br>Порты ввода-вывода общего назначения.                                                                                                             |
| 2        |            | 3                     | 4                    | RISC-микроконтроллер с ядром ARM Cortex -M4.<br>Система синхронизации и сброса. Внешние шины.<br>Система прерываний. Контроллер прерываний.                                                       |
|          |            | 4                     | 4                    | RISC-микроконтроллер с ядром ARM Cortex -M4.<br>Обмен информацией с внешними устройствами по UART                                                                                                 |
| 3        |            | 5                     | 4                    | RISC-микроконтроллер с ядром ARM Cortex -M4.                                                                                                                                                      |

| № модуля | дисциплины<br>№ лабораторной<br>работы | Объем занятий<br>(часы) | Наименование работы                                                                            |
|----------|----------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4        |                                        |                         | Аппаратные таймеры.                                                                            |
|          | 6                                      | 4                       | RISC-микроконтроллер с ядром ARM Cortex -M4.<br>Аналогово-цифровой преобразователь.            |
|          | 7                                      | 4                       | RISC-микроконтроллер с ядром ARM Cortex -M4.<br>Работа с ВУ по интерфейсу SPI.                 |
|          | 8                                      | 4                       | RISC-микроконтроллер с ядром ARM Cortex -M4.<br>Создание приложений с графическим интерфейсом. |

#### 4.4. Самостоятельная работа студентов

| № модуля | дисциплины<br>Объем занятий<br>(часы) | Вид СРС                                                                                                 |
|----------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | 8                                     | Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов сети интернет по темам лекций |
|          | 6                                     | Подготовка к ЛР № 1-2                                                                                   |
|          | 8                                     | Выполнение самостоятельного задания по тематике лабораторных работ                                      |
| 2        | 8                                     | Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов сети интернет по темам лекций |
|          | 6                                     | Подготовка к ЛР №3-4                                                                                    |
|          | 8                                     | Выполнение самостоятельного задания по тематике лекций                                                  |
|          | 4                                     | Подготовка к тестированию №1                                                                            |
| 3        | 8                                     | Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов сети интернет по темам лекций |
|          | 8                                     | Подготовка к ЛР №5-6                                                                                    |
|          | 8                                     | Выполнение самостоятельного задания по тематике лекций                                                  |
| 4        | 8                                     | Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов сети интернет по темам лекций |
|          | 8                                     | Подготовка к ЛР №7-8                                                                                    |
|          | 10                                    | Выполнение самостоятельного задания по темам лекций                                                     |

#### 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

*Не предусмотрены*

## 5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС// [URL:https://orioks.miet.ru/](https://orioks.miet.ru/)):

- Сценарий дисциплины
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ
- Ссылки на литературу по всей дисциплине
- Презентационный материал к лекциям,
- Варианты контрольных вопросов для экзамена

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джозеф, Ю. Ядро Cortex-M3 компании ARM. Полное руководство : руководство / Ю. Джозеф ; перевод с английского А. В. Евстифеева. — Москва : ДМК Пресс, 2012. — 552 с. — ISBN 978-5-97060-307-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/69941> (дата обращения: 10.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Редькин, П. П. 32-битные микроконтроллеры NXP с ядром CORTEX-M3 семейства LPC17XX. Полное руководство / П. П. Редькин. - М. : ДМК Пресс, 2015. - 756 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/73078> (дата обращения: 10.10.2023). - ISBN 978-5-97060-306-2 : 0-00. - Текст : электронный.
3. Матюшин, А.О. Программирование микроконтроллеров: стратегия и тактика / А.О. Матюшин. — М. : ДМК Пресс, 2017. — 356 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93261> (дата обращения: 10.10.2023). - ISBN 978-5-97060-098-6 : 0-00. — Текст : электронный.
4. Магда Ю.С. Программирование и отладка C/C++ приложений для микроконтроллеров / Ю.С. Магда. - Москва : ДМК Пресс, 2012. - 168 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/4821> (дата обращения: 10.10.2023). - ISBN 978-5-94074-745-1.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. C++ reference: сайт — URL: <https://en.cppreference.com/> (дата обращения: 10.10.2023). — Режим доступа: свободный.
2. STMicroelectronics: сайт — URL: [www.st.com](http://www.st.com) (дата обращения: 10.10.2023). — Режим доступа: свободный.
3. IEEE/IET Electronic Library (IEL) IEEE Xplore : Электронная библиотека. - USA ; UK, 1998-. - URL: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp> (дата обращения : 10.10.2023). - Режим доступа: из локальной сети НИУ МИЭТ в рамках проекта «Национальная подписка»

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации дисциплины используется **смешанное обучение**, в основе которого лежит интеграция технологий традиционного и электронного освоения компетенций, в частности за счет использования таких инструментов как онлайн тестирование, взаимодействие со студентами в электронной образовательной среде.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: раздел ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта, сервисы видеоконференций.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** в формах тестирования в ОРИОКС и MOODLE.

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                                  | Перечень программного обеспечения                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Учебная аудитория                                                     | Компьютер с мультимедийным оборудованием                                                                                                                                                                                                                                                               | Win pro от 7,<br>Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome);<br>Acrobat reader DC                                                                             |
| Лаборатория прототипирования и тестирования ИУС                       | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду<br>Panasonic PT-LW373<br>HP ProCurve Switch 2848 J4904A<br>HP ProCurve Switch 2824 J4904A<br>National Instruments ELVIS<br>National Instruments NI PXI-1033 | Win pro от 7,<br>Microsoft Office Professional Plus или Open Office<br>Acrobat reader DC<br>Google Chrome<br>Python<br>PlatformIO<br>STM32CubeMX<br>Microsoft Visual Studio Code<br>Keil uVision<br>Git |
| Помещение для самостоятельной работы                                  | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ                                                                                                                                                        | Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome);<br>Acrobat reader DC                                   |

## **10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ**

ФОС по подкомпетенции **ПК-2.ПМ** «Способен разрабатывать программное обеспечение для микроконтроллеров».

Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <https://orioks.miet.ru/>

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **11.1. Особенности организации процесса обучения**

В настоящем курсе «Программирование микроконтроллеров» материал представлен четырьмя модулями. Все модули могут быть изучены как логически-законченные темы с собственными индивидуальными заданиями для лабораторных работ.

Выполнение всех лабораторных работ обязательно для получения допуска к экзамену.

Каждый студент на каждую лабораторную работу получает индивидуальное задание, которое он должен выполнить и продемонстрировать преподавателю на учебном лабораторном стенде.

Обучающиеся самостоятельно находят необходимый теоретический материал, который поможет им в решении индивидуального задания, а также примеры программного кода. В качестве источника знаний выступают: печатные издания, общественные сети (интернет), материалы лекционных занятий, консультации с преподавателем, консультации с другими учащимися.

Для закрепления полученных знаний и в качестве практической составляющей подготовки студентов, ими выполняются самостоятельные задания по тематике лекций и лабораторных работ. Самостоятельные задания могут выполняться как аудиторно (в аудитории для самостоятельной подготовки) так и дома, но без помощи преподавателя и выполняются каждым студентом индивидуально.

По завершению обучения проводится представление результатов выполнения самостоятельного задания, оно может проводиться как на лабораторных работах, так и дистанционно (путем общения с преподавателем по средствам электронной связи).

Критерием оценки самостоятельных работ является совокупность данных, реализованных и продемонстрированных в каждом конкретном случае.

Полученные знания на лекциях, а также на лабораторных работах, используются студентами при выполнении самостоятельного задания, а также при написании выпускных квалификационных работ. Опыт, полученный студентами при выполнении лабораторных работ, несомненно, пригодится при работе по специальности.

### **11.2. Система контроля и оценивания**

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме 45 баллов), выполнение индивидуального задания (20 баллов) и сдача экзамена (35 баллов).

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

**РАЗРАБОТЧИК:**

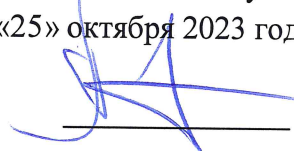
Старший преподаватель Института МПСУ, к.т.н..



/С.В. Симонов/

Рабочая программа дисциплины «Программирование микроконтроллеров» по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», направленности (профиля) «Программно-аппаратное обеспечение вычислительных систем» (очно-заочная форма обучения) разработана в Институте МПСУ и утверждена на заседании ученого совета Института МПСУ «25» октября 2023 года, протокол № 1.

Директор Института МПСУ

  
\_\_\_\_\_/А.Л. Переверзев/

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК

  
\_\_\_\_\_/И.М. Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

/Директор библиотеки

  
\_\_\_\_\_/Т.П. Филиппова /