

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР



А.Г. Балашов

2024

**ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
«ПРОГРАММИРОВАНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ»**

Москва – 2024

1. Цель реализации программы

Цель программы –

повышение профессионального уровня в рамках имеющихся квалификаций, соответствующих отдельным обобщенным трудовым функциям (ОТФ) профстандартов:

1. Инженер-радиоэлектронщик (профстандарт № 06.005, ОТФ)
2. Системный программист (профстандарт № 06.028)
3. Специалист по радиосвязи и телекоммуникациям (профстандарт 06.006)
4. Инженер проектировщик в области связи (профстандарт № 06.007)
5. Специалист по научно-исследовательской и опытно-конструкторской документации

(профстандарт № 40.011).

2. Характеристика профессиональной деятельности и (или) квалификации

Область профессиональной деятельности: *06 Связь, информационные и коммуникационные технологии*

Вид экономической деятельности: *деятельность в области информации и связи*

Укрупненная группа специальностей: *09.00.00 Информатика и вычислительная техника*

Квалификация: не присваивается.

3. Требования к результатам обучения

Формируемая компетенция: способность разрабатывать и проводить отладку встраиваемого программного обеспечения для микроконтроллеров.

В результате освоения данной программы слушатель должен:

знать:

- Основные компоненты микроконтроллера,
- Программную модель микроконтроллера,
- Этапы работы кросс-компилятора gcc,
- Последовательность запуска микроконтроллера,
- Особенности работы стандартной библиотеки для встраиваемых систем.

уметь:

- Работать с технической документацией на микроконтроллер;
- Использовать набор инструментов arm-none-eabi для разработки встраиваемого программного обеспечения;
- Настраивать тактовую частоту ядра и периферии микроконтроллера;
- Использовать внешние библиотеки при написании встраиваемого программного обеспечения.

иметь практический опыт:

Программирования микроконтроллера STM32F407.

4. Содержание программы

Учебный план
Программы повышения квалификации
«ПРОГРАММИРОВАНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ»

Категория слушателей – *инженеры, профильные специалисты, имеющие высшее образование, студенты, получающие высшее образование.*

Срок обучения – 72 часа.

Форма обучения – очно/заочная с применением дистанционных образовательных технологий (по согласованию с заказчиком).

№	Наименование модулей	Всего, час	В том числе		
			Аудиторных		Самостоятельная работа
			Лекции	Практические и лабораторные занятия	
1.	Программирование микроконтроллеров	72	16	28	28
Всего		72	16	28	28
Итоговая аттестация		Зачет			

Учебно-тематический план

Программы повышения квалификации
«ПРОГРАММИРОВАНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ»

	Наименование модулей	Всего , час	В том числе		
			Аудиторных		Самостоятельная работа
			Лекции	Практические и лабораторные занятия	
1.	Программирование микроконтроллеров	72	16	28	28
1.1	Структура документации и программная модель микроконтроллера		4	4	
1.2	Этапы кросс компиляции и инициализации stm32		6	8	
1.3	Модуль RCC		2	8	
1.4	Подключение внешних библиотек		4	8	
Всего		72	16	28	28
Итоговая аттестация		Зачет			

Календарный учебный график

Календарный учебный график составляется в форме расписания занятий при наборе группы и прилагается к программе повышения квалификации.

Учебная программа

Программы повышения квалификации «ПРОГРАММИРОВАНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ»

Раздел 1. Программирование микроконтроллеров (72 час.)

Тема 1.1. Структура документации и программная модель микроконтроллера

Тема 1.2. Этапы кросс компиляции и инициализации stm32

Тема 1.3. Модуль RCC

Тема 1.4. Подключение внешних библиотек

Перечень лекций

Номер темы	Наименование лекций	Кол-во часов
1.1	Структура документации и программная модель микроконтроллера (2час).	2
1.1	Работа модуля GPIO	2
1.2	Этапы кросс компиляции	2
1.2	Работа компоновщика	2
1.2	Процесс запуска микроконтроллера STM32	2
1.3	Работа модуля RCC	2
1.4	Стандартная библиотека Newlib	2
1.4	Библиотека CMSIS	2

Перечень лабораторных работ

Номер темы	Наименование лабораторной работы	Кол-во часов
1.1	Лабораторная работа 1. Основы работы с openocd	4
1.2	Лабораторная работа 2. Создание проекта в VSCode	4
1.2	Лабораторная работа 3. Внутрисхемная отладка встраиваемого ПО	4
1.3	Лабораторная работа 4. Драйвер GPIO	4
1.3	Лабораторная работа 5. Настройка тактовой частоты процессора	4
1.4	Лабораторная работа 6. Подключение NewLib	4
1.4	Лабораторная работа 7. Подключение CMSIS	4

Самостоятельная работа

Номер темы	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов
1	Изучение документации и дополнительной литературы Подготовка к лабораторным работам	24
	Подготовка к зачету	4

5. Материально-технические условия реализации программы

Наименование специализированных аудиторий кабинетов, лабораторий	Вид занятия	Наименование оборудования, программного обеспечения
<i>Компьютерный класс</i>	<i>Лекция, лабораторная работа</i>	<i>Компьютер с доступом в интернет и установленным ПО (virtual box, arm-none-eabi-gcc, arm-none-eabi-gdb, openocd, Visual Studio Code, MS office), мультимедийный проектор, экран, доска, отладочная плата Nucleo-H745ZI-Q, кабель micro-USB</i>

Учебно-методическое обеспечение программы

1. DS12923 Rev 1. – 2019. – Datasheet STM32H745xI/G Dual 32-bit Arm® Cortex®-M7 up to 480MHz and -M4 MCUs, up to 2MB Flash, 1MB RAM, 46 com. and analog interfaces, SMPS;- URL: https://www.st.com/resource/en/application_note/dm00628458-getting-started-with-the-stm32h7-series-mcu-16bit-adc-stmicroelectronics.pdf - (дата обращения 20.02.2024) - Режим доступа: сайт производителя. - Текст: электронный.
2. RM0399 Rev 3. – 2020. – Reference manual STM32H745/755 and STM32H747/757 advanced Arm®-based 32-bit MCUs; - URL: https://www.st.com/resource/en/reference_manual/rm0399-stm32h745755-and-stm32h747757-advanced-armbased-32bit-mcus-stmicroelectronics.pdf -(дата обращения 20.02.2024) - Режим доступа: сайт производителя. - Текст: электронный.
3. UM2408 Rev 5. – 2021. – User manual STM32H7 Nucleo-144 boards (MB1363); - URL: https://www.st.com/resource/en/user_manual/dm00499171-stm32h7-nucleo144-boards-mb1363-stmicroelectronics.pdf -(дата обращения 20.02.2024) - Режим доступа: сайт производителя. - Текст: электронный.
4. PM0253 Rev 5. – 2019. – STM32F7 Series and STM32H7 Series Cortex®-M7 processor programming manual; - URL:

https://www.st.com/content/ccc/resource/technical/document/programming_manual/group0/78/47/33/dd/30/37/4c/66/DM00237416/files/DM00237416.pdf/jcr:content/translations/en.DM00237416.pdf - (дата обращения 20.02.2024) - Режим доступа: сайт производителя. - Текст: электронный.

5. Andrew Sloss, Chris Wright, ARM and Thumb Instruction Encodings; Paperback ISBN: 9781493303748 eBook ISBN: 9780080490496/ - URL: <https://shop.elsevier.com/books/arm-system-developers-guide/sloss/978-1-55860-874-0> (дата обращения 20.02.2024) - Режим доступа: электронная библиотека. - Текст: электронный.

6. Оценка качества освоения программы

Оценка качества освоения дисциплины включает текущую и итоговую аттестацию слушателей. Текущая аттестация – контроль посещения лекций и лабораторных работ, Итоговая аттестация - зачет.

Для оценки успеваемости слушателей по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются:

Посещение лекции или лабораторной работы - 1 балл, всего максимум 15 баллов за 8 лекций и 7 лабораторных работ.

Выполнение лабораторных работ (от 0 до 5 баллов за каждую работу), максимум 35 баллов
Сдача зачета (до 50 баллов).

Условия начисления баллов по критериям оценивания лабораторных занятий:

Показатель оценки	Критерий оценивания достижения показателя	Условия начисления баллов по критерию	Количество баллов
Выполнения заданий лабораторной работы	Корректное применение полученных знаний	Слушатель корректно применяет полученные знания при выполнении лабораторных заданий	3
		В остальных случаях	0
	Активность и вовлеченность на занятии	Слушатель принимает активное участие в обсуждениях/тренингах	2
		В остальных случаях	0

Суммарный балл по показателю:	0-5
--------------------------------------	------------

Зачет состоит из письменных ответов на два вопроса по изучаемой дисциплине. Пример типового вопроса на зачет:

1. Последовательность действий при выборе источника тактового сигнала
2. Алгоритм настройки модуля фазовой автоподстройки частоты
3. Инициализация микроконтроллера.
4. Что такое таблица векторов прерываний.
5. Как устроена структура документации на микроконтроллер?

Условия начисления баллов по критериям оценивания ответа на каждый вопрос на зачете:

оказатель оценки	Критерий оценивания достижения показателя	Условия начисления баллов по критерию	Количество баллов
Ответ на вопрос в письменном виде	Корректность и полнота ответа на вопрос	Даны корректные определения понятий и формулировки утверждений, приведены корректные примеры	25
		Даны корректные определения понятий и формулировки утверждений, примеры некорректны или отсутствуют	20
		Даны ответы с незначительными ошибками, приведены корректные примеры	15
		Даны ответы с незначительными ошибками, примеры некорректны или отсутствуют	10
		В остальных случаях	0
Суммарный балл по показателю:			0-25

Аттестация проводится в форме зачета. Слушатель считается аттестованным и получает зачет по дисциплине, если по результатам курса набрано более 50 баллов.

8. Составители программы

Старший преподаватель Института МПСУ

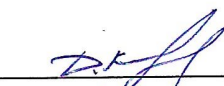
_____ А.П. Панов

Старший преподаватель Института МПСУ

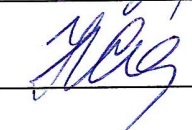
_____ А.Л. Желобаев

Согласовано:

Зам. директора Института МПСУ по ОД

_____ Д.В. Калеев

Директор ДРОП

_____ Н.Ю. Соколова

**ПРИЛОЖЕНИЕ К ПРОГРАММЕ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
«ПРОГРАММИРОВАНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ»**

Перечень примерных вопросов к зачету.

1. Программная модель микроконтроллера.
2. Последовательность действий при выборе источника тактового сигнала
3. Алгоритм настройки модуля фазовой автоподстройки частоты
4. Инициализация микроконтроллера.
5. Что такое таблица векторов прерываний.
6. Отличия VMA от LMA.
7. Доступ к символу, объявленному в файле компоновщика, из кода на СИ.
8. Контроль размера кучи и стека.
9. Назначение CMSIS и расшифровка аббревиатуры.
10. Доступ к регистрам периферии из кода на СИ.
11. Последовательность настройки системного таймера.
12. Контроль размещения секций программы.