Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 10.12.2025 17:25:07
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
«Информационные технологии»
_____ / Д.Г. Демидов /
«__» _____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Программирование микроконтроллеров»

Направление подготовки/специальность
09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Профиль/специализация
«Информационные системы умных пространств»

Квалификация
Бакалавр

Формы обучения
Очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):

Доцент кафедры, к.т.н.,
«Информатика и информационные технологии»  / П.С. Новиков /

Согласовано:

Заведующий кафедрой
«Информатика и информационные технологии»,
к.т.н.  / Е.В. Булатников /

Содержание

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость (по формам обучения) 5
3.2. Тематический план изучения дисциплины 6
3.3 Содержание дисциплины 7
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 10
3.5. Тематика курсовых проектов/работ 10
4 Учебно-методическое и информационное обеспечение 11
4.1 Нормативные документы и ГОСТы 11
4.2 Основная литература 11
4.3 Дополнительная литература 11
4.4 Электронные образовательные ресурсы 12
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 12
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 12
5 Материально-техническое обеспечение 12
6 Методические рекомендации 12
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 12
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 13
7 Фонд оценочных средств 13
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 13
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 14
7.3 Оценочные средства 15

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель дисциплины - обучить студентов навыкам программирования на уровне близком к аппаратному, чтобы они могли создавать эффективные и надежные системы для различных применений.

Задачи дисциплины включают в себя:

- Изучить архитектуру и особенности работы микроконтроллеров.
- Научиться использовать интегрированные среды разработки для программирования микроконтроллеров.
- Обучить программированию на языках, которые часто используются при работе с микроконтроллерами.
- Познакомить студентов с методами взаимодействия программного кода с внешними устройствами и датчиками.
- Обучить студентов созданию эффективных алгоритмов управления микроконтроллерами.
- Подготовить студентов к разработке и отладке встраиваемых систем на базе микроконтроллеров.
- Подготовить студентов к разработке программного обеспечения, оптимизированного под жесткие ограничения по памяти и производительности.

Эти задачи помогут студентам освоить навыки программирования микроконтроллеров и понять принципы работы встраиваемых систем, что может быть полезно при разработке различных умных устройств, датчиков, систем автоматизации и т.д.

Обучение по дисциплине «Программирование микроконтроллеров» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенций**
ПК-2. Способен выполнять работы и управлять работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы	ИПК-2.1. Знает способы управления работами по созданию и обслуживанию ИС интернет вещей и умного дома ИПК-2.2. Умеет управлять работами по разработке и обслуживанию ИС интернет вещей и умного дома ИПК-2.3. Имеет навыки: применения программного обеспечения для управления работами по разработке ИС интернет вещей и умного дома
ПК-4. Способен проводить интеграцию программных модулей и компонент и верификацию выпусков программного продукта	ИПК-4.1. Знает методы и способы интеграции программных модулей в области интернет вещей и умного дома ИПК-4.2. Умеет проводить анализ модулей в области интернет вещей и умного дома и возможность интеграции новых компонентов

	ИПК-4.3. Имеет навыки: применения программного обеспечения для настройки интеграции различных модулей в области интернет вещей и умного дома

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока Б1 «Дисциплины» (модули).

Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ОПОП:

- Технологии и методы программирования;
- Схемотехника электронных устройств;
- Операционные системы микроконтроллеров;
- Архитектура информационных систем умного дома;
- Аппаратное обеспечение умных пространств;
- Системы искусственного интеллекта;
- Тестирование программного обеспечения;
- Управление интеграционными проектами;
- Внедрение и сервисное обслуживание умных пространств;
- Системный анализ;
- Производственная практика (проектно-технологическая);
- Производственная практика (преддипломная);
- Выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц, т.е. 360 академических часов (из них 144 часа – аудиторные занятия и 216 часов – самостоятельная работа студентов).

Очная форма: разделы дисциплины изучаются на 2 курсе в 4 и 5 семестре, форма промежуточной аттестации – экзамен.

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость (по формам обучения)

3.1.1 Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр	
			4	5
1	**Аудиторные занятия**	**144**	**72**	**72**
	В том числе:			
1.1	Лекции	36	18	18
1.2	Семинарские/практические занятия			
1.3	Лабораторные занятия	108	54	54

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр	
			4	5
2	**Самостоятельная работа**	**216**	**108**	**108**
3	**Курсовое проектирование**			**КП**
4	**Промежуточная аттестация**			
	Экзамен/зачет/диф.зачет		экзамен	экзамен
	Итого:	**360**	**180**	**180**

3.2. Тематический план изучения дисциплины

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1.1	Введение в программирование микроконтроллеров STM32	4	2				2
1.2	Лабораторная работа №1 Ознакомление с отладочной платой Nuclio	16			6		10
2.1	Создание и загрузка проекта, STM32CubeMX, введение в отладку	4	2				2
2.2.	Лабораторная работа №2 Мигание светодиодами	16			6		10
3.1	Управление GPIO	4	2				2
3.2	Лабораторная работа №3 Управление портами ввода-вывода	16			6		10
4.1	Обработка прерываний	4	2				2
4.2	Лабораторная работа №4 Управление прерываниями	16			6		10
5.1	Универсальные асинхронные последовательные средства связи	4	2				2
5.2	Лабораторная работа №5 Передача данных через UART	16			6		10
6.1	Управление DMA	4	2				2
6.2	Лабораторная работа №6 Использование UART совместно с DMA	16			6		10
7.1	Схема тактирования	4	2				2
7.2	Лабораторная работа №7 Изучение тактирования микропроцессора	16			6		10
8.1	Таймеры	4	2				2
8.2	Лабораторная работа №8 Использование таймеров	16			6		10

9.1	Аналого-цифровое преобразование	4	2				2
9.2	Лабораторная работа №9 Применение ADC	16			6		10
10.1	Цифро-аналоговое преобразование	4	2				2
10.2	Лабораторная работа №10 Применение DAC	16			6		10
11.1	I2C	4	2				2
11.2	Лабораторная работа №11 Передача данных по шине I2C	16			6		10
12.1	SPI	4	2				2
12.2	Лабораторная работа №12 Передача данных по шине SPI	16			6		10
13.1	Сторожевые таймеры	4	2				2
13.2	Лабораторная работа №13 Обеспечение отказоустойчивости микропроцессоров	16			6		10
14.1	Часы реального времени	4	2				2
14.2	Лабораторная работа №14 Использования часов реального времени	16			6		10
15.1	Управление питанием	4	2				2
15.2	Лабораторная работа №15 Управление питанием микроконтроллера	16			6		10
16.1	Организация памяти	4	2				2
16.2	Лабораторная работа №16 Работа с памятью микроконтроллеров	16			6		10
17.1	Управление Flash-памятью	4	2				2
17.2	Лабораторная работа №17 Работа с внешней внутренней и внешней память микропроцессора	16			6		10
18.1	Процесс начальной загрузки	4	2				2
18.2	Лабораторная работа №18 Обновление прошивки микроконтроллера через внешние подключения	16			6		10
Итого		**360**	**36**		**108**		**216**

3.3 Содержание дисциплины

1. Введение в программирование микроконтроллеров STM32

- Введение в процессоры на базе ARM

- Введение в микроконтроллеры STM32
- Краткий обзор подсемейств STM32
- Отладочная плата Nucleo

Лабораторная работа №1 Ознакомление с отладочной платой Nuclio

2. Создание и загрузка проекта, STM32CubeMX, введение в отладку

- Установка инструментария
- Введение в инструмент CubeMX
- Генерация проекта
- Загрузка исходного кода
- Начало работы с OpenOCD
- Полухостинг ARM

Лабораторная работа №2 Мигание светодиодами

3. Управление GPIO

- Отображение периферийных устройств STM32
- Дескрипторы HAL
- Управление GPIO
- Деинициализация GPIO

Лабораторная работа №3 Управление портами ввода-вывода

4. Обработка прерываний

- Контроллер NVIC
- Разрешение прерываний
- Жизненный цикл прерываний
- Уровни приоритета прерываний
- Реентерабельность прерываний
- Маскирование прерываний

Лабораторная работа №4 Управление прерываниями

5. Универсальные асинхронные последовательные средства связи

- Введение в UART и USART
- Инициализация UART
- UART-связь в режиме опроса
- UART-связь в режиме прерываний
- Обработка ошибок UART
- Перенаправление ввода-вывода

Лабораторная работа №5 Передача данных через UART

6. Управление DMA

- Введение в DMA
- Модуль HAL_DMA
- Использование CubeMX для конфигурации запросов к DMA
- Выделение памяти буферам DMA

Лабораторная работа №6 Использование UART совместно с DMA

7. Схема тактирования

- Распределение тактового сигнала
- Обзор модуля HAL_RCC
- Калибровка HSI-генератора

Лабораторная работа №7 Изучение тактирования микропроцессора

8. Таймеры

- Введение в таймеры
- Базовые таймеры
- Таймеры общего назначения
- Системный таймер SysTick

Лабораторная работа №8 Использование таймеров

9. Аналого-цифровое преобразование

- Введение в АЦП последовательного приближения
- Модуль HAL_ADC
- Использование CubeMX для конфигурации АЦП

Лабораторная работа №9 Применение ADC

10. Цифро-аналоговое преобразование

- Введение в периферийное устройство ЦАП
- Модуль HAL_DAC

Лабораторная работа №10 Применение DAC

11. I2C

- Введение в спецификацию I²C
- Модуль HAL_I2C
- Использование CubeMX для конфигурации периферийного устройства I2C

Лабораторная работа №11 Передача данных по шине I2C

12. SPI

- Введение в спецификацию SPI
- Модуль HAL_SPI
- Использование CubeMX для конфигурации периферийного устройства SPI

Лабораторная работа №12 Передача данных по шине SPI

13. Сторожевые таймеры

- Независимый сторожевой таймер
- Системный оконный сторожевой таймер
- Отслеживание системного сброса, вызванного сторожевым таймером
- Заморозка сторожевых таймеров во время сеанса отладки
- Выбор сторожевого таймера, подходящего для вашего приложения

Лабораторная работа №13 Обеспечение отказоустойчивости микропроцессоров

14. Часы реального времени

- Введение в периферийное устройство RTC
- Модуль HAL_RTC
- Использование резервной SRAM

Лабораторная работа №14 Использования часов реального времени

15. Управление питанием

- Управление питанием в микроконтроллерах на базе Cortex-M
- Управление питанием в микроконтроллерах STM32
- Инспекторы источников питания
- Отладка в режимах пониженного энергопотребления
- Использование калькулятора энергопотребления CubeMX

Лабораторная работа №15 Управление питанием микроконтроллера

16. Организация памяти

- Модель организации памяти в STM32
- Действительно минимальное приложение STM32
- CCM-память
- MPU в микроконтроллерах STM32

Лабораторная работа №16 Работа с памятью микроконтроллеров

17. Управление Flash-памятью

- Введение во Flash-память STM32
- Байты конфигурации
- Дополнительные памяти OTP и EEPROM
- Задержка чтения Flash-памяти

Лабораторная работа №17 Работа с внешней внутренней и внешней память микропроцессора

18. Процесс начальной загрузки

- Единая система памяти Cortex-M и процесс начальной загрузки
- Встроенный загрузчик
- Разработка пользовательского загрузчика

Лабораторная работа №18 Обновление прошивки микроконтроллера через внешние подключения

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Практические занятия

Практические занятия не предусмотрены.

3.4.2 Лабораторные занятия

Лабораторная работа №1 Ознакомление с отладочной платой Nuclio
Лабораторная работа №2 Мигание светодиодами
Лабораторная работа №3 Управление портами ввода-вывода
Лабораторная работа №4 Управление прерываниями
Лабораторная работа №5 Передача данных через UART
Лабораторная работа №6 Использование UART совместно с DMA
Лабораторная работа №7 Изучение тактирования микропроцессора
Лабораторная работа №8 Использование таймеров
Лабораторная работа №9 Применение ADC
Лабораторная работа №10 Применение DAC
Лабораторная работа №11 Передача данных по шине I2C
Лабораторная работа №12 Передача данных по шине SPI
Лабораторная работа №13 Обеспечение отказоустойчивости микропроцессоров
Лабораторная работа №14 Использования часов реального времени
Лабораторная работа №15 Управление питанием микроконтроллера
Лабораторная работа №16 Работа с памятью микроконтроллеров
Лабораторная работа №17 Работа с внешней внутренней и внешней память микропроцессора
Лабораторная работа №18 Обновление прошивки микроконтроллера через внешние подключения

3.5. Тематика курсовых проектов/работ

Разработать прошивку микроконтроллера согласно варианту. Примеры возможных тем:

1. Разработка умного устройства для домашней автоматизации.
2. Создание системы мониторинга и управления растением с помощью микроконтроллера.
3. Проектирование системы умного освещения с возможностью управления через мобильное приложение.
4. Разработка системы умного управления температурой и влажностью в помещении с использованием микроконтроллера.

5. Создание устройства для контроля и управления работой бытовых приборов через Интернет.

6. Разработка системы безопасности для дома на основе микроконтроллера.

7. Проектирование умной системы автоматической поливки растений.

8. Создание электронного замка с возможностью управления через Bluetooth на основе микроконтроллера.

9. Разработка системы мониторинга качества воздуха в помещении.

10. Проектирование умного зеркала с дополнительной функциональностью.

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Федеральный закон от 29 декабря 2012 года No 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями);

2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии, утвержденный Приказом Министерства образования и науки РФ от 19 сентября 2017 г. N 929 "Об утверждении федерального... Редакция с изменениями N 1456 от 26.11.2020;

3. Приказ Министерства образования и науки РФ от 05 апреля 2017 г. No 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры.

4.2 Основная литература

1. Боровский, А. С. Программирование микроконтроллера Arduino в информационно-управляющих системах : учебное пособие / А. С. Боровский, М. Ю. Шрейдер. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 113 с. — ISBN 978-5-7410-1853-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/78913.html (дата обращения: 15.05.2024)

2. Шамров, М. И. Программирование микроконтроллеров семейства CORTEX-M : учебное пособие / М. И. Шамров. — Москва : Российский университет транспорта (МИИТ), 2020. — 88 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/115976.html (дата обращения: 15.05.2024).

4.3 Дополнительная литература

1. Давыдкин, М. Н. Программирование микроконтроллеров : методические указания / М. Н. Давыдкин. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2022. — 176 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/129754.html (дата обращения: 15.05.2024).

2. Пешко, М. С. Программирование микроконтроллеров на базе архитектуры AVR на языке C++ : практикум / М. С. Пешко, А. П. Аверченко. — Омск : Омский государственный технический университет, 2022. — 88 с. — ISBN 978-5-8149-3429-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/131219.html (дата обращения: 15.05.2024)

3. Шамин, А. А. Интернет вещей для начинающих. Визуальное программирование микроконтроллеров семейства ESP8266 / А. А. Шамин. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. — 118 с. — ISBN 978-5-9729-1167-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/132859.html (дата обращения: 15.05.2024).

4.4 Электронные образовательные ресурсы

ЭОР разрабатывается.

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Текстовый редактор;
2. Visual Studio code (свободная лицензия);
3. API Postman (свободная лицензия);
4. Swagger (свободная лицензия);
5. Web-браузер.

4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. ОП "Юрайт" https://urait.ru/
2. IPR Smart https://www.iprbookshop.ru/
3. ЭБС "Лань" https://e.lanbook.com/

5 Материально-техническое обеспечение

Лабораторные работы и самостоятельная работа студентов должны проводиться в специализированной аудитории, оснащенной современной оргтехникой и персональными компьютерами с программным обеспечением в соответствии с тематикой изучаемого материала. Число рабочих мест в аудитории должно быть достаточным для обеспечения индивидуальной работы студентов. Рабочее место преподавателя должно быть оснащено современным компьютером с подключенным к нему проектором на настенный экран, или иным аналогичным по функциональному назначению оборудованием. Компьютеры в аудитории должны быть подключены к сети Интернет.

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

1. При подготовке к занятиям следует предварительно проработать материал занятия, предусмотрев его подачу точно в отведенное для этого время занятия. Следует подготовить необходимые материалы – теоретические сведения, задачи и др. При проведении занятия следует контролировать подачу материала и решение заданий с учетом учебного времени, отведенного для занятия.

2. При проверке работ и отчетов следует учитывать не только правильность выполнения заданий, но и оптимальность выбранных методов решения, правильность выполнения всех его шагов.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В процессе самостоятельной работы студенты закрепляют и углубляют знания, полученные во время аудиторных занятий, дорабатывают конспекты и записи, готовятся к промежуточной аттестации, а также самостоятельно изучают отдельные темы учебной программы.

На занятиях студентов, в том числе предполагающих практическую деятельность, осуществляется закрепление полученных, в том числе и в процессе самостоятельной работы, знаний. Особое внимание обращается на развитие умений и навыков установления связи положений теории с профессиональной деятельностью будущего специалиста.

Самостоятельная работа осуществляется индивидуально. Контроль самостоятельной работы организуется в двух формах:

- самоконтроль и самооценка студента;
- контроль со стороны преподавателей.

Текущий контроль осуществляется на аудиторных занятиях, промежуточный контроль осуществляется на экзамене в письменной (устной) форме.

Критериями оценки результатов самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентом учебного материала;
- умения студента использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- сформированность компетенций;
- срок выполнения задания;
- оформление материала в соответствии с требованиями.

7 Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- Выполнение лабораторных работ
- Промежуточное тестирование (посредством изучения теоретических материалов в системе LMS)
- Итоговое тестирование или экзаменационные вопросы

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Итоговая оценка по дисциплине рассчитывается как среднее взвешенное всех оценок в соответствующем курсе LMS Московского политеха с применением весовых коэффициентов, представленных ниже:

- Ознакомление с теорией → 0.1
- Лабораторные работы → 0.6
- Тестирование → 0.3 (0.7 * Итоговое тестирование, 0.3 * среднее по промежуточным)

Оценка за каждую лабораторную работу выставляется исходя из фактического выполнения всех поставленных задач с учётом сроков исполнения: за каждую 1 неделю просрочки задания из оценки вычитается 10 баллов. Каждая лабораторная работа оценивается в 100 баллов.

Для получения положительной экзаменационной оценки студенту необходимо набрать минимально 55 баллов по дисциплине и завершить итоговый тест с результатом не менее 55%.

Оценка	**Диапазон баллов за курс**	**Описание**
Неудовлетворительно	0-54	Не достигнуто пороговое значение хотя бы для одного уровня формируемых на момент проведения аттестации компетенций. Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
Удовлетворительно	55-69	Среднее значение для всех формируемых на момент проведения аттестации уровней компетенций – 3. Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.

Хорошо	70-84	Среднее значение для всех формируемых на момент проведения аттестации уровней компетенций – 4. Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Отлично	85-100	Среднее значение для всех формируемых на момент проведения аттестации уровней компетенций – 5. Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Примеры вопросов к экзамену

1. Чем отличается процессор на базе ARM от других микропроцессоров?
2. Какие основные подсемейства STM32 существуют, и в чем их основные отличия?
3. Какая отладочная плата рекомендуется для работы с микроконтроллерами STM32?
4. Какие этапы включает в себя создание проекта и загрузка программы на микроконтроллер?
5. Какие задачи может выполнять модуль GPIO на микроконтроллере STM32?
6. Что такое прерывания и какие типы прерываний существуют в контроллерах NVIC?
7. Как можно организовать асинхронную связь между микроконтроллером и внешним устройством через UART?
8. Чем отличается работа с UART в режиме опроса от работы в режиме прерываний?
9. Что такое DMA и какой принцип его работы?
10. Как можно использовать таймеры на микроконтроллере STM32 для реализации тайминговых задач?
11. Как происходит аналого-цифровое преобразование на микроконтроллере STM32?
12. В чем заключается цифро-аналоговое преобразование и как его можно применить на практике?

13. Какую роль играет модуль I²C в связи между устройствами и как его конфигурировать на микроконтроллере?
14. Как можно обеспечить отказоустойчивость микроконтроллера с помощью сторожевых таймеров?
15. Как работает периферийное устройство RTC и как его можно использовать для синхронизации времени?
16. Как управляется питанием в микроконтроллерах STM32, и какие режимы энергосбережения поддерживаются?
17. Как организована память на микроконтроллерах STM32, и как можно оптимизировать работу с ней?
18. Что такое Flash-память на микроконтроллерах STM32, и как ее можно использовать для сохранения данных?
19. Как осуществляется процесс начальной загрузки микроконтроллера, и какие возможности предоставляет встроенный загрузчик?