

Минобрнауки России

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Борисов Дмитрий Николаевич

Кафедра информационных систем

05.03.2025

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.03.01 Основы программирования микроконтроллеров

1. Код и наименование направления подготовки:

09.04.02 Информационные системы и технологии

2. Профиль подготовки:

Информационные технологии и компьютерные науки для цифровой экономики

3. Квалификация (степень) выпускника:

Магистр

4. Форма обучения:

Очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

Кафедра информационных систем

6. Составители программы:

Савинков Андрей Юрьевич, д.т.н., профессор

7. Рекомендована:

НМС ФКН, протокол № 5 от 05.03.2025

8. Учебный год:

2026-2027

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель: формирование необходимых компетенций в предметной области микроконтроллеров и технологий их программирования, в том числе с использованием операционных систем реального времени

Задачи учебной дисциплины:

- представить основы архитектуры и основные возможности современных микроконтроллеров
- рассмотреть общие подходы к программированию микроконтроллеров
- рассмотреть API операционной системы FreeRTOS
- познакомиться со стандартными библиотеками и интегрированными средами разработки для наиболее распространенных микроконтроллеров
- рассмотреть методы снижения энергопотребления микроконтроллеров

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина по выбору

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников) и индикаторами их достижения:

Код и название компетенции	Код и название индикатора компетенции	Знания, умения, навыки
ПК-5 Способен разрабатывать и исследовать модели объектов профессиональной деятельности, предлагать и адаптировать методики решения научно-исследовательских задач, планировать и проводить исследования	ПК-5.2 Умеет проводить и организовывать проведение исследований, направленных на решение исследовательских задач в рамках реализации научного (научно-технического, инновационного) проекта с использованием моделей объектов профессиональной деятельности	Знает архитектуру микроконтроллеров, назначение принципы работы встроенных периферийных устройств микроконтроллера, интерфейсы микроконтроллеров, методы снижения энергопотребления микроконтроллеров, архитектуру и основные инструменты операционной системы FreeRTOS
ПК-5 Способен разрабатывать и исследовать модели объектов профессиональной деятельности, предлагать и адаптировать методики решения научно-исследовательских задач, планировать и проводить исследования	ПК-5.3 Умеет осуществлять моделирование процессов и объектов, постановку и проведение экспериментов по заданной методике и анализ результатов, осуществлять выбор оптимальных решений	Умеет использовать инструментальные средства и измерительные приборы для разработки и отладки встроенного программного обеспечения микроконтроллеров Умеет находить эффективное применение микроконтроллеров для решения прикладных задач

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час:

3/108

Форма промежуточной аттестации:

Зачет с оценкой

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Семестр 4	Всего
Аудиторные занятия	42	42
Лекционные занятия	12	12
Практические занятия		0
Лабораторные занятия	24	24
Самостоятельная работа	72	72
Курсовая работа		0
Промежуточная аттестация	0	0
Часы на контроль		0
Всего	108	108

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1. Лекции			
1.1	Архитектура современных микроконтроллеров	Основные компоненты системы на кристалле (СнК): процессорное ядро, контроллер прерываний, тактовый генератор (RCC), память, EEPROM и периферийные устройства (GPIO, ADC, таймеры, часы реального времени, коммуникационные интерфейсы, специализированные вычислительные модули, сопроцессоры, радиочастотные приемопередатчики и т.п.)	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=24165
1.2	Тактовый генератор (RCC)	Источники тактовой частоты, PLL, тактирование периферийного оборудования на примере процессоров семейства STM32	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=24165
1.3	Контроллер прерываний	Вектор прерываний, приоритеты прерываний, источники прерываний в микроконтроллерах	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=24165
1.4	Дискретные входы-выходы общего назначения (GPIO)	Назначение и возможности GPIO, конфигурирование и режимы работы GPIO на примере процессоров семейства STM32	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=24165
1.5	Таймеры	Формирование заданных временных интервалов, формирование сигнала ШИМ (PWM), счет импульсов, конфигурирование и режимы работы на примере процессоров семейства STM32	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=24165

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1.6	Аналоговые входы (ADC)	Назначение и возможности ADC, калибровка, однократное и непрерывное преобразование, конфигурирование и режимы работы на примере процессоров семейства STM32	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=24165
1.7	Коммуникационные интерфейсы микроконтроллера	Назначение и возможности интерфейсов UART/USART, SPI, I ² C и USB в составе микроконтроллера. Конфигурирование и режимы работы на примере процессоров семейства STM32	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=24165
1.8	Часы реального времени (RTC)	Назначение и возможности часов реального времени, резервное электропитание (backup domain), backup-регистры на примере процессоров семейства STM32	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=24165
1.9	Встроенная энергонезависимая память микроконтроллера	Принципы работы со встроенной энергонезависимой памятью микроконтроллера, выравнивание данных, стирание и запись, технологии обновления встроенного программного обеспечения микроконтроллеров	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=24165
1.10	Операционная система FreeRTOS	API FreeRTOS: задачи (tasks), программные таймеры, средства и методы синхронизации, инструменты уведомления о событиях, очереди сообщений и обмен данными Стандарт CMSIS (Common Microcontroller Software Interface Standard)	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=24165

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1.11	Методы снижения энергопотребления	Режимы энергопотребления микроконтроллера, управление энергопотреблением, приемы снижения энергопотребления	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=24165
1.12	Системы автоматического регулирования с использованием микроконтроллеров	Получение и обработка измерений физических величин, медианный фильтр, скользящее среднее (SMA, WMA, EMA), фильтр Калмана, ПИД-регулятор	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=24165
2. Практические занятия			
3. Лабораторные работы			
3.1	Знакомство с микроконтроллером семейства STM32	Использование STM32CubeMX для создания проекта, сборка проекта и запись его в память микроконтроллера	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=24165
3.2	Обработка прерываний на микроконтроллере семейства STM32	Настройка контроллера прерываний, настройка GPIO в качестве входа запроса прерывания	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=24165
3.3	Работа с таймером на микроконтроллере семейства STM32	Настройки таймера, формирование заданных временных интервалов, формирование ШИМ, измерение длительности импульса, измерение периода и скважности последовательности импульсов	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=24165
3.4	Работа с ADC на микроконтроллере семейства STM32	Настройка ADC, получение и обработка данных ADC	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=24165
3.5	Работа с интерфейсом UART/USART на микроконтроллере семейства STM32	Настройка UART, передача и прием данных через UART	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=24165
3.6	Работа с интерфейсом I ² C на микроконтроллере семейства STM32	Настройка I ² C, передача и прием данных через I ² C	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=24165
3.7	Работа с интерфейсом SPI на микроконтроллере семейства STM32	Настройка SPI, передача и прием данных через SPI	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=24165

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
3.8	Работа с интерфейсом USB на микроконтроллере семейства STM32	Настройка USB, передача и прием данных через USB	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=24165
3.9	Знакомство с основными возможностями FreeRTOS	Программные таймеры, очереди сообщений, сигналы, флаги, механизмы синхронизации	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=24165
3.10	Разработка комплексной программы для микроконтроллера с использованием операционной системы FreeRTOS на примере микроконтроллера семейства STM32	Реализация многопоточного приложения с использованием функций FreeRTOS (синхронизация задач, обработка событий, обмен данными, программные таймеры) и встроенного периферийного оборудования микроконтроллера (ADC, таймеры, backup-регистры, UART, USB, контроллер DMA и др.)	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=24165

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего
1	Архитектура современных микроконтроллеров	1			2	3
2	Тактовый генератор (RCC)	1			2	3
3	Контроллер прерываний	1			4	5
4	Дискретные входы-выходы общего назначения (GPIO)	1			4	5
5	Таймеры	1			6	7
6	Аналоговые входы (ADC)	1			4	5
7	Коммуникационные интерфейсы микроконтроллера	1			4	5
8	Часы реального времени (RTC)	1			2	3
9	Встроенная энергонезависимая память микроконтроллера	1			2	3
10	Операционная система FreeRTOS	1			8	9
11	Методы снижения энергопотребления	1			2	3

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего
12	Системы автоматического регулирования с использованием микроконтроллеров	1			4	5
13	Знакомство с микроконтроллером семейства STM32			2	2	4
14	Обработка прерываний на микроконтроллере семейства STM32			2	2	4
15	Работа с таймером на микроконтроллере семейства STM32			2	4	6
16	Работа с ADC на микроконтроллере семейства STM32			2	2	4
17	Работа с интерфейсом UART/USART на микроконтроллере семейства STM32			2	2	4
18	Работа с интерфейсом I ² C на микроконтроллере семейства STM32			2	2	4
19	Работа с интерфейсом SPI на микроконтроллере семейства STM32			2	2	4
20	Работа с интерфейсом USB на микроконтроллере семейства STM32			2	2	4
21	Знакомство с основными возможностями FreeRTOS			2	2	4
22	Разработка комплексной программы для микроконтроллера с использованием операционной системы FreeRTOS на примере микроконтроллера семейства STM32			6	8	14
		12	0	24	72	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина требует работы с файлами-презентациями лекций и соответствующими главами рекомендованной основной литературы, а также, обязательного выполнения всех лабораторных заданий в компьютерном классе.

Самостоятельная работа проводится в компьютерных классах ФКН с использованием методических материалов расположенных на учебно-методическом сервере ФКН fs.cs.vsu.ru/library и на сервере Moodle ВГУ moodle.vsu.ru. Во время самостоятельной работы студенты используют электроннобиблиотечные системы, доступные на портале Зональной Библиотеки ВГУ по адресу www.lib.vsu.ru. Часть заданий может быть выполнена вне аудиторий на домашнем компьютере, после копирования методических указаний и необходимого ПО с учебно-методического сервера ФКН.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей, вовремя подключаться к online занятиям, ответственно подходить к заданиям для самостоятельной работы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Матюшин А. О. Программирование микроконтроллеров : стратегия и тактика / А. О. Матюшин. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 355 с. : ил.; ISBN 978-5-97060-098-6.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Сервер STM32 Education // URL: https://www.st.com/content/st_com/en/support/learning/stm32-education/stm32-step-by-step.html
2	TI-RTOS 2.20 for CC13xx/CC26xx SimpleLink™ Wireless MCUs Getting Started Guide // URL: https://www.ti.com/lit/pdf/spruhu7
3	Официальный сайт FreeRTOS // URL: https://www.freertos.org/
4	Справочник по CMSIS-RTOS API // URL: https://www.keil.com/pack/doc/CMSIS/RTOS/html/group__CMSIS__RTOS.html

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
1	Библиотека ВГУ, http://www.lib.vsu.ru
2	Сервер учебно-методических материалов ФКН, \\fs.cs.vsu.ru/Library
3	Образовательный портал "Электронный университет ВГУ", http://edu.vsu.ru

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Сервер учебно-методических материалов ФКН, \\fs.cs.vsu.ru/Library
2	Образовательный портал "Электронный университет ВГУ", http://edu.vsu.ru

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

Лекции-визуализации с демонстрацией иллюстративных и графических материалов, анимации, блок-схем алгоритмов и примеров исходного кода, демонстрацией выполнения команд операционной системой, лабораторные работы.

При реализации дисциплины могут использоваться технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии на базе портала edu.vsu.ru, а также другие доступные ресурсы сети Интернет.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

- 1 Лекционная аудитория, оснащенная видеопроектором.
- 2 Компьютерный класс для проведения лабораторных занятий, оснащенный видеопроектором, компьютерами с ОС Windows с установленными инструментами разработки для микроконтроллеров STM32 и отладочными платами на базе MCU STM32.

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Разделы дисциплины (модули)	Код компетенции	Код индикатора	Оценочные средства для текущей аттестации
1	Архитектура современных микроконтроллеров Тактовый генератор (RCC) Контроллер прерываний Дискретные входы-выходы общего назначения (GPIO) Таймеры Аналоговые входы (ADC) Коммуникационные интерфейсы микроконтроллера Часы реального времени (RTC) Встроенная энергонезависимая память микроконтроллера Операционная система FreeRTOS Методы снижения энергопотребления Системы автоматического регулирования с использованием микроконтроллеров	ПК-5	ПК-5.2	Собеседование
2	Знакомство с микроконтроллером семейства STM32 Обработка прерываний на микроконтроллере семейства STM32 Работа с таймером на микроконтроллере семейства STM32 Работа с ADC на микроконтроллере семейства STM32 Работа с интерфейсом UART/USART на микроконтроллере семейства STM32 Работа с интерфейсом I2C на микроконтроллере семейства STM32 Работа с интерфейсом SPI на микроконтроллере семейства STM32 Работа с интерфейсом USB на микроконтроллере семейства STM32 Знакомство с основными возможностями FreeRTOS Разработка комплексной программы для микроконтроллера с использованием операционной системы FreeRTOS на примере микроконтроллера семейства STM32	ПК-5	ПК-5.3	Лабораторные работы

Промежуточная аттестация

Форма контроля - Зачет с оценкой

Оценочные средства для промежуточной аттестации

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости выполняется по лабораторным работам.

Темы лабораторных работ

1. Знакомство с микроконтроллером семейства STM32
2. Обработка прерываний на микроконтроллере семейства STM32
3. Работа с таймером на микроконтроллере семейства STM32
4. Работа с ADC на микроконтроллере семейства STM32
5. Работа с интерфейсом UART/USART на микроконтроллере семейства STM32
6. Работа с интерфейсом I²C на микроконтроллере семейства STM32
7. Работа с интерфейсом SPI на микроконтроллере семейства STM32
8. Работа с интерфейсом USB на микроконтроллере семейства STM32
9. Знакомство с основными возможностями FreeRTOS
10. Разработка комплексной программы для микроконтроллера с использованием операционной системы FreeRTOS на примере микроконтроллера семейства STM32

По каждой выполненной работе должен быть предоставлен отчет, включающий исходный код разработанных программ и описание полученных результатов. По отчету преподаватель вправе задать дополнительные вопросы для уточнения уровня понимания материала. Лабораторная работа оценивается максимум в 100 баллов.

Приведённые ниже задания рекомендуется использовать при проведении диагностических работ для оценки остаточных знаний по дисциплине

Компетенция ПК-5

Задания закрытого типа

- 1) В составе современного микроконтроллера может быть представлено следующее периферийное оборудование
 - a) Модуль вычисления CRC
 - b) Микрофон
 - c) Аналогово-цифровой преобразователь
 - d) Интерфейс USB
 - e) Жесткий диск
 - f) Радиомодем
- 2) Энергопотребление устройства на основе микроконтроллера может быть снижено за счет
 - a) Снижения тактовой частоты процессора и периферии до минимально достаточной
 - b) Повышения тактовой частоты процессора до максимально возможной
 - c) Отказа от постоянного опроса периферии в цикле и переход к работе по прерываниям с включением спящего режима процессора при отсутствии текущих задач
 - d) Переключения незадействованных линий GPIO в режим с минимальным энергопотреблением (например, в режим аналогового входа для микроконтроллеров STM32)
 - e) Уменьшения размера стека задач
- 3) Встроенный контроллер прерываний (NVIC) в ядрах ARM семейства Cortex-M
 - a) Не поддерживает приоритеты прерываний
 - b) Поддерживает фиксированные приоритеты прерываний
 - c) Поддерживает настраиваемые приоритеты прерываний
- 4) Выберите правильное утверждение
 - a) Каждое аппаратное прерывание в ARM Cortex-M вызвано аппаратным событием (event)

- b) Каждое аппаратное событие в ARM Cortex-M вызывает прерывание
- 5) Предварительный делитель (prescaler) таймера позволяет
 - a) Понизить частоту тактирования таймера
 - b) Повысить разрядность счетчика таймера
 - c) Использовать таймер вместо АЦП
- 6) Отметьте возможные функции таймера микроконтроллера
 - a) Формирование заданных временных интервалов
 - b) Формирование сигнала ШИМ
 - c) Поддержка инкрементальных энкодеров высокого разрешения
 - d) Тактирование интерфейса USB
- 7) Интерфейс i²s предназначен
 - a) Для низкоскоростной передачи небольших блоков данных между интегральными схемами на одной плате
 - b) Для беспроводной связи между устройствами в сенсорных сетях
 - c) Для передачи видео высокого разрешения между MCU и видеокамерой
 - d) Для передачи отсчетов звукового сигнала между MCU и звуковыми кодеками
- 8) Интерфейс SPI предназначен
 - a) Для беспроводной передачи данных и выхода в Интернет
 - b) Для передачи видео высокого разрешения
 - c) Для связи MCU с другими интегральными схемами, обычно расположенными на той же плате (память, расширители портов и т.п.)
 - d) Для передачи высококачественного звука
- 9) Интерфейс i²c предназначен для
 - a) Связи между интегральными схемами внутри электронных приборов для соединения низкоскоростных периферийных компонентов с MCU
 - b) Передачи высококачественного многоканального звука между MCU и внешним аудиокодеком
 - c) Передачи цифровых данных на значительные расстояния в системах промышленной автоматики в условиях сильных электромагнитных помех
 - d) Передачи видео высокого разрешения в реальном времени между MCU и внешней видеокамерой
- 10) Применение операционной системы при разработке встроенного программного обеспечения позволяет
 - a) Повысить производительность вычислений
 - b) Увеличить объем доступной памяти
 - c) Упростить разработку ПО за счет поддержки многозадачности
 - d) Упростить разработку ПО за счет применения языка программирования высокого уровня
- 11) Алгоритм ПД-регулирования формирует управляющее воздействие на основе
 - a) Измеренного значения ошибки регулирования
 - b) Измеренного значения ошибки регулирования и ее производной по времени
 - c) Измеренного значения ошибки регулирования и ее первообразной по времени
 - d) Измеренного значения ошибки регулирования, ее производной и первообразной по времени
- 12) Работа медианного фильтра основана
 - a) На вычислении среднего арифметического значения по отсчетам входных сигналов в окне фильтра
 - b) На вычислении среднего геометрического значения по отсчетам входных сигналов в окне фильтра
 - c) На выборе одного из отсчетов входных сигналов в окне фильтра
 - d) На оценке максимального правдоподобия

Ответы на вопросы

Номер вопроса	Ответ (буква)
1	a, c, d, f
2	a, c, d
3	c
4	a
5	a
6	a, b, c
7	d
8	c
9	a
10	c
11	b
12	c

Задания открытого типа

- 1) Какое максимальное количество выводов GPIO может быть одновременно настроено для работы с внешними прерываниями в микроконтроллерах семейства STM32
- 2) Какой максимальный коэффициент деления может быть установлен для 16-битного предварительного делителя (prescaler) в микроконтроллерах STM32
- 3) Какие состояния задачи определены в системе FreeRTOS
- 4) Напишите формулу для вычисления скользящего среднего s по отсчетам сигнала x_n с экспоненциальным взвешиванием с параметром α

Ответы на вопросы

Номер вопроса	Ответ
1	16
2	65536
3	Выполнение (Running), Готовность (Ready), Блокировка (Blocked), Приостановлена (Suspended)
4	$s = \alpha s + (1 - \alpha)x_n$

Задания с развёрнутым ответом

- 1) Чем микроконтроллер отличается от микропроцессора
- 2) Опишите преимущества и недостатки использования операционной системы типа FreeRTOS при реализации проекта на микроконтроллере
- 3) Опишите принцип формирования сигнала ШИМ с использованием аппаратного таймера в микроконтроллерах STM32

Ответы на вопросы

Номер вопроса	Ответ (буква)
1	Микроконтроллер сочетает в одном кристалле микропроцессор (MPU), память (RAM и ROM), интерфейсы (GPIO, UART, ...), другие периферийные устройства и представляет собой универсальный самодостаточный однокристальный микрокомпьютер

Критерии оценивания	Шкала оценок (в баллах)
Обучающийся точно описал отличие микроконтроллера от микропроцессора	3 балла
Обучающийся точно описал отличие микроконтроллера от микропроцессора. Ответ содержит незначительные неточности	2 балла
Обучающийся недостаточно точно описал отличие микроконтроллера от микропроцессора. Ответ не содержит грубых ошибок или неточностей	1 балл
Обучающийся недостаточно точно описал отличие микроконтроллера от микропроцессора. Ответ содержит грубые ошибки и неточности	0 баллов

Номер вопроса	Ответ (буква)
2	Использование операционной системы, прежде всего, упрощает реализацию параллельных потоков управления в программном обеспечении. Поддержка параллельных потоков позволяет провести декомпозицию общей функции управления на простые процедуры, за счет чего достигается ускорение написания кода, упрощение отладки и существенно снижается риск сохранения в программе необнаруженных ошибок. Также операционная система реализует функции уведомления потоков о событиях, синхронизацию потоков и обмен данными между ними, обеспечивает поддержку критических секций. Операционная система реализует программные таймеры для отложенного или периодического вызова процедур. В качестве недостатка использования операционной системы можно отметить небольшое дополнительное потребление памяти и вычислительного ресурса, но обычно преимущества использования операционной системы оказываются более весомыми.

Критерии оценивания	Шкала оценок (в баллах)
Обучающийся точно описал преимущества и недостатки использования операционной системы для проекта на основе микроконтроллера.	3 балла
Обучающийся точно описал преимущества и недостатки использования операционной системы для проекта на основе микроконтроллера. Ответ содержит незначительные неточности	2 балла
Обучающийся недостаточно точно описал преимущества и недостатки использования операционной системы для проекта на основе микроконтроллера. Ответ не содержит грубых ошибок или неточностей	1 балл

Критерии оценивания	Шкала оценок (в баллах)
Обучающийся недостаточно точно описал преимущества и недостатки использования операционной системы для проекта на основе микроконтроллера. Ответ содержит грубые ошибки и неточности	0 баллов

Номер вопроса	Ответ (буква)
3	Аппаратные таймеры могут формировать сигнал ШИМ за счет сравнения текущего значения регистра счетчика (CNT) с числом, записанным в регистре сравнения (CCR). При достижении счетчиком значения в регистре сравнения, уровень сигнала на выходе ШИМ изменяется. Уровень сигнала на выходе ШИМ определяется настройками, для определенности будем предполагать, что уровень сигнала на выходе ШИМ устанавливается в 0 при выполнении условия $CNT \geq CCR$. Значение счетчика будет инкрементироваться на каждом импульсе тактового сигнала таймера до достижения значения, записанного в регистр автоматической перезагрузки (ARR), после чего счетчик сбрасывается, уровень сигнала на выходе ШИМ устанавливается в 1 и цикл формирования импульса ШИМ начинается заново. Таким образом, значение в регистре ARR определяет период ШИМ, а значение в регистре CCR – заполнение. Заполнение ШИМ в процентах можно определить по формуле $CCR/ARR \cdot 100$, при этом заполнение ШИМ не может превысить 100%, даже если $CCR > ARR$

Критерии оценивания	Шкала оценок (в баллах)
Обучающийся точно описал принципы формирования сигнала ШИМ с использованием аппаратного таймера	3 балла
Обучающийся точно описал принципы формирования сигнала ШИМ с использованием аппаратного таймера. Ответ содержит незначительные неточности	2 балла
Обучающийся недостаточно точно описал принципы формирования сигнала ШИМ с использованием аппаратного таймера. Ответ не содержит грубых ошибок или неточностей	1 балл
Обучающийся недостаточно точно описал принципы формирования сигнала ШИМ с использованием аппаратного таймера. Ответ содержит грубые ошибки и неточности	0 баллов

20.2 Промежуточная аттестация

Вопросы к собеседованию

1. Основные компоненты современной системы на кристалле, реализующей микроконтроллер
2. Тактовый генератор микроконтроллера (RCC)
3. Контроллер прерываний
4. Встроенные таймеры микроконтроллера
5. ШИМ (PWM)
6. Сторожевой таймер (watchdog)
7. Дискретные входы-выходы общего назначения (GPIO)
8. Встроенный АЦП микроконтроллера, калибровка и способы получения данных
9. Коммуникационные интерфейсы микроконтроллера
10. Часы реального времени (RTC), резервное электропитание (backup domain), backup-регистры микроконтроллера
11. Встроенная энергонезависимая память микроконтроллера

12. Основные возможности операционной системы FreeRTOS
13. Задачи FreeRTOS, создание и удаление, приоритет задачи, стек задачи
14. Семафоры FreeRTOS, бинарные и считающие семафоры
15. Мьютексы FreeRTOS, рекурсивные мьютексы
16. Очереди сообщений FreeRTOS
17. Механизмы ожидания событий и уведомления задач о наступлении событий в FreeRTOS
18. Таймеры FreeRTOS
19. Стандарт CMSIS (Common Microcontroller Software Interface Standard)
20. Методы снижения энергопотребления микроконтроллеров

Описание технологии проведения

Собеседование производится в форме устного ответа на заданный вопрос. При необходимости преподаватель может задавать уточняющие вопросы. Ответ оценивается по 100 бальной шкале.

Примеры КИМ для экзамена

УТВЕРЖДАЮ
заведующий кафедрой информационных систем

_____ Д. Н. Борисов

30.08.2025

Специальность 09.03.02 Информационные системы и технологии

Дисциплина Основы программирования микроконтроллеров

Вид контроля Зачет с оценкой

Контрольно-измерительный материал № 1

1. Основные компоненты современной системы на кристалле, реализующей микроконтроллер.
2. Методы снижения энергопотребления микроконтроллеров.

Преподаватель _____ А.Ю. Савинков

Контрольно-измерительный материал № 2

1. Сторожевой таймер (watchdog).
2. Мьютексы FreeRTOS, рекурсивные мьютексы.

Контрольно-измерительный материал № 3

1. Часы реального времени (RTC), резервное электропитание (backup domain), backup-регистры микроконтроллера.
2. Таймеры FreeRTOS.

Контрольно-измерительный материал № 4

1. Основные возможности операционной системы FreeRTOS.
2. Контроллер прерываний.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины, осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций. При оценивании результатов

промежуточной аттестации используется количественная шкала оценок. Оценки за лабораторные работы и собеседование суммируются и результат нормируется к 100 бальной шкале. Полученное значение определяет уровень сформированности компетенций и итоговую оценку (достаточный – удовлетворительно, хорошо, отлично или недостаточный – неудовлетворительно) согласно следующей шкале:

- оценка «отлично» – 90...100 баллов
- оценка «хорошо» – 70...89 баллов
- оценка «удовлетворительно» – 50...69 баллов
- оценка «неудовлетворительно» – 0...49 баллов