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.01.02.01 Программирование для интернета вещей

1. Код и наименование направления подготовки:

09.03.02 Информационные системы и технологии

2. Профиль подготовки:

Инженерия информационных систем и технологий

3. Квалификация (степень) выпускника:

Бакалавр

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:

2027-2028

9.Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель: формирование необходимых компетенций в предметной области программирования микроконтроллеров для интернета вещей, 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:

Учебная дисциплина относится к части блока Б1, формируемой участниками образовательных отношений

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-2 Разработка требований и проектирование программного обеспечения	ПК-2.3 Проверка и отладка программного кода	Знает современное состояние развития и основные семейства микроконтроллеров, технологии разработки встроенного программного обеспечения для них и программно-аппаратные средства отладки Умеет правильно сконфигурировать микроконтроллер для решения поставленной задачи Имеет навыки разработки и отладки программ для микроконтроллеров, в том числе с использованием операционных систем реального времени

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 6	Всего
Аудиторные занятия	64	64
Лекционные занятия	32	32
Практические занятия		
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа	60	60
Курсовая работа		0
Промежуточная аттестация		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.), адресное пространство памяти.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17576
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=17576
1.3	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=17576
1.4	Контроллер прерываний	Вектор прерываний, приоритеты прерываний, источники прерываний в микроконтроллерах	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17576
1.5	Аппаратные таймеры	Формирование заданных временных интервалов, формирование сигнала ШИМ (PWM), счет импульсов, режим сравнения, поддержка энкодеров высокого разрешения, конфигурирование и режимы работы на примере процессоров семейства STM32	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17576
1.6	Встроенные ЦАП и АЦП	Назначение и возможности ЦАП и АЦП микроконтроллеров, калибровка АЦП, однократное и непрерывное преобразование, конфигурирование и режимы работы на примере процессоров семейства STM32	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17576

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1.7	Интерфейсы UART/USART	Назначение и возможности UART / USART, конфигурирование и режимы работы на примере процессоров семейства STM32, поддержка LIN и RS485	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17576
1.8	Интерфейсы SPI и I^2C	Назначение и возможности интерфейсов SPI и I^2C, конфигурирование и режимы работы на примере процессоров семейства STM32	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17576
1.9	Интерфейс USB	Назначение и возможности интерфейса USB, конфигурирование и режимы работы на примере процессоров семейства STM32	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17576
1.10	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=17576
1.11	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=17576
1.12	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=17576
1.13	Методы снижения энергопотребления	Режимы энергопотребления микроконтроллера, управление энергопотреблением, приемы снижения энергопотребления	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17576
2. Практические занятия			

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
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=17576
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=17576
3.3	Работа с ADC на микроконтроллере семейства STM32	Настройка ADC, получение и обработка данных ADC	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17576
3.4	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=17576
3.5	Разработка встроенного ПО для операционной системы FreeRTOS на микроконтроллере 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=17576

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	2			2	4
2	Тактовый генератор (RCC)	1			2	3
3	Дискретные входы-выходы общего назначения (GPIO)	1			2	3
4	Контроллер прерываний	2			4	6
5	Таймеры	4			4	8
6	Встроенные ЦАП и АЦП	1			4	5
7	Интерфейсы UART/USART	2			2	4
8	Интерфейсы SPI и I2C	3			2	5
9	Интерфейс USB	2			2	4
10	Часы реального времени (RTC)	2			2	4

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего
11	Встроенная энергонезависимая память микроконтроллера	2			2	4
12	Операционная система FreeRTOS	8			10	18
13	Методы снижения энергопотребления	2			2	4
14	Знакомство с микроконтроллером семейства STM32			2	2	4
15	Обработка прерываний на микроконтроллере семейства STM32			2	2	4
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	Разработка встроенного ПО для операционной системы FreeRTOS на микроконтроллере семейства STM32			8	12	20
		32		16	60	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) Дискретные входы-выходы общего назначения (GPIO) Контроллер прерываний Аппаратные таймеры Встроенные ЦАП и АЦП Интерфейсы UART/USART Интерфейсы SPI и I2C Интерфейс USB Часы реального времени (RTC)	ПК-2	ПК-2.3	Собеседование

№ п/п	Разделы дисциплины (модули)	Код компетенции	Код индикатора	Оценочные средства для текущей аттестации
	Встроенная энергонезависимая память микроконтроллера Операционная система FreeRTOS Методы снижения энергопотребления			
2	Знакомство с микроконтроллером семейства STM32 Обработка прерываний на микроконтроллере семейства STM32 Работа с ADC на микроконтроллере семейства STM32 Работа с интерфейсом UART/USART на микроконтроллере семейства STM32 Разработка встроенного ПО для операционной системы FreeRTOS на микроконтроллере семейства STM32	ПК-2	ПК-2.3	Лабораторные работы

Промежуточная аттестация

Форма контроля - Зачет с оценкой

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Собеседование

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 ADC на микроконтроллере семейства STM32
4. Работа с интерфейсом UART/USART на микроконтроллере семейства STM32
5. Разработка встроенного ПО для операционной системы FreeRTOS на микроконтроллере 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-2

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) 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

3) 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

4) Программа STM32CubeMX позволяет

a) Сконфигурировать выводы микроконтроллера с автоматическим обнаружением конфликтов

b) Включить и сконфигурировать необходимое периферийное оборудование микроконтроллера

c) Написать код обработчика прерываний

d) Сгенерировать С-код инициализации микроконтроллера

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 i^2s 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 i^2c 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) 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

11) 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

12) Операционная система FreeRTOS реализует поддержку

a) Вытесняющей многозадачности на основе приоритетов

b) Корпоративной многозадачности на основе приоритетов

c) Не поддерживает многозадачность

Ответы на вопросы

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

Задания открытого типа

1) Какое максимальное количество выводов GPIO может быть одновременно настроено для работы с внешними прерываниями в микроконтроллерах семейства STM32
2) Какое максимальное число приоритетов задач может быть сконфигурировано в системе FreeRTOS при использовании оптимизированного планировщика в 32-битном микроконтроллере STM32
3) Какой максимальный коэффициент деления может быть установлен для 16-битного предварительного делителя (precaler) в микроконтроллерах STM32

Ответы на вопросы

Номер вопроса	Ответ
1	16
2	32
3	65536

Задания с развёрнутым ответом

1) Чем микроконтроллер отличается от микропроцессора
2) Опишите принцип формирования сигнала ШИМ с использованием аппаратного таймера в микроконтроллерах STM32
3) Опишите преимущества и недостатки использования операционной системы для проекта на основе микроконтроллера

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	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 >= 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*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

Номер вопроса	Ответ (буква)
3	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
Обучающийся недостаточно точно описал преимущества и недостатки использования операционной системы для проекта на основе микроконтроллера. Ответ содержит грубые ошибки и	0 баллов

неточности	

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

Контрольно-измерительный материал № 1

1. Основные компоненты современной системы на кристалле, реализующей микроконтроллер.

2. Методы снижения энергопотребления микроконтроллеров.

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