

Минобрнауки России

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

УТВЕРЖДАЮ



Заведующий кафедрой
Борисов Дмитрий Николаевич
Кафедра информационных систем

21.04.2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.04 Применение микроконтроллеров в технологии интернет вещей

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

09.04.02 Информационные системы и технологии

2. Профиль подготовки/специализация:

Анализ и синтез информационных систем

3. Квалификация (степень) выпускника:

Магистратура

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:

8. Учебный год:

2021-2022

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель: формирование необходимых компетенций для эффективного использования микроконтроллеров в технологиях интернета вещей
Задачи учебной дисциплины:

- рассмотреть возможности современных микроконтроллеров в технологиях интернета вещей
- рассмотреть методы получения и обработки измерений физических величин с использованием микроконтроллеров
- рассмотреть подходы к реализации коммуникационных протоколов интернета вещей с использованием микроконтроллеров
- рассмотреть подходы к решению задач автоматического регулирования с использованием 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), соотношенные 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-15 Способен разрабатывать и исследовать модели объектов профессиональной деятельности, предлагать и адаптировать методики решения научно-исследовательских задач, планировать и проводить исследования	ПК-15.1 Умеет обеспечивать сбор научно-технической (научной) информации, необходимой для постановки и решения задач исследования	Умеет осуществлять оптимальный выбор микроконтроллера, рабочих алгоритмов, технологии программирования и программно-аппаратных средств отладки для решения поставленной задачи исследования
ПК-8 Способен разрабатывать новые технологии проектирования информационных систем, прогнозировать развитие информационных систем и технологий	ПК-8.1 Знает инструменты и методы моделирования бизнес-процессов, современные подходы и стандарты автоматизации организации, отраслевую документацию, основы реинжиниринга бизнес-процессов организации	Знает современное состояние развития и основные семейства микроконтроллеров, технологии разработки встроенного программного обеспечения для них и программно-аппаратные средства отладки
ПК-2 Способен организационно и технологически обеспечивать определение первоначальных требований	ПК-2.1 Умеет планировать работы по определению первоначальных требований заказчика и возможности их реализации в ИС	Имеет навыки разработки и отладки программ для микроконтроллеров, в том числе с использованием операционных систем реального времени
ПК-10 Способен определять варианты структур программного обеспечения информационных систем (программного средства), необходимые информационные потоки и исследовать варианты структур с использованием моделей различного уровня	ПК-10.1 Умеет проводить анализ внешнесистемных требований, возможностей их реализации, определяет концептуальный и функциональный облик системы (программного средства), выявление и анализ известных аналогов	Умеет проводить анализ внешнесистемных требований, возможностей их реализации на микроконтроллере

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час:

4/144

Форма промежуточной аттестации:

Зачет с оценкой, Контрольная работа

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Семестр 2	Всего
Аудиторные занятия	50	50
Лекционные занятия	16	16
Практические занятия		0
Лабораторные занятия	34	34
Самостоятельная работа	94	94
Курсовая работа		0
Промежуточная аттестация	0	0
Часы на контроль		0
Всего	144	144

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1. Лекции			
1.1	Возможности современных микроконтроллеров в устройствах интернета вещей	Вычислительное ядро современных микроконтроллеров, встроенное периферийное оборудование современных микроконтроллеров, встроенные механизмы снижения энергопотребления, типичные задачи, решаемые микроконтроллерами в системах интернета вещей	

1.2	Операционная система реального времени 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)	
1.3	Коммуникационные интерфейсы микроконтроллера	GPIO, ADC/DAC, UART/USART, I2C, SPI, CAN, USB	
1.4	Аппаратные таймеры в составе микроконтроллеров	Возможности таймеров: формирование однократных и периодических временных интервалов, тактирование АЦП, формирование ШИМ, измерение длительности временных интервалов, поддержка энкодеров высокого разрешения	
1.5	Реализация коммуникационных протоколов интернета вещей	Modbus, LIN, CAN, 1-Wire, беспроводная передача данных	
1.6	Системы автоматического регулирования с использованием микроконтроллеров	Получение и обработка измерений физических величин, скользящее среднее (SMA, WMA, EMA), фильтр Калмана, ПИД-регулятор	

1.7	Методы снижения энергопотребления	Приемы снижения энергопотребления микроконтроллера при использовании радиоканала	
2. Практические занятия			
3. Лабораторные работы			
3.1	Знакомство с микроконтроллером семейства STM32 и средствами разработки для него	Использование STM32CubeMX для создания проекта, сборка проекта с использованием STM32CubeIDE, запись программы в память микроконтроллера и отладка программы с использованием программатора ST-LINK	
3.2	Знакомство с операционной системой FreeRTOS на примере микроконтроллера семейства STM32	Создание задач и программных таймеров, синхронизация задач, очереди сообщений	
3.3	Работа с таймерами микроконтроллера семейства STM32	Формирование однократных и периодических временных интервалов, тактирование АЦП, формирование ШИМ, измерение длительности временных интервалов	
3.4	Работа с периферией микроконтроллера семейства STM32	Классифицирование и использование GPIO, ADC, UART, SPI	

3.5	Работа с АЦП на микроконтроллере семейства STM32	Калибровка АЦП, настройка непрерывного преобразования по событию таймера и обработка измерений методом скользящего среднего	
3.6	Работа с протоколом 1-Wire	Инициализация и периодическое получение данных измерения температуры с цифрового датчика типа DS18B20	
3.7	Реализация протокола Modbus RTU на микроконтроллере семейства STM32	Реализация обобщенной поддержки функций: 1 - чтение значений из нескольких регистров флагов (Read Coil Status) 2 - чтение значений из нескольких дискретных входов (Read Discrete Inputs) 3 - чтение значений из нескольких регистров хранения (Read Holding Registers) 4 - чтение значений из нескольких регистров ввода (Read Input Registers)	
3.8	Реализация ПИД-регулятора на микроконтроллере семейства STM32	Поддержание заданного значения температуры за счет управления ШИМ	

3.9	Использование режимов экономии энергии на микроконтроллере семейства STM32	Перевод микроконтроллера в спящий режим с периодическим пробуждением по таймеру для проверки контролируемых параметров	
-----	--	--	--

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего
1	Возможности современных микроконтроллеров в устройствах интернета вещей	2			4	6
2	Операционная система реального времени FreeRTOS	2			4	6
3	Коммуникационные интерфейсы микроконтроллера	2			4	6
4	Аппаратные таймеры в составе микроконтроллеров	2			4	6
5	Реализация коммуникационных протоколов интернета вещей	4			8	12
6	Системы автоматического регулирования с использованием микроконтроллеров	2			4	6
7	Методы снижения энергопотребления	2			4	6
8	Знакомство с микроконтроллером семейства STM32 и средствами разработки для него			2	4	6
9	Знакомство с операционной системой FreeRTOS на примере микроконтроллера семейства STM32			2	4	6

10	Работа с таймерами микроконтроллера семейства STM32			4	4	8
11	Работа с периферией микроконтроллера семейства STM32			4	8	12
12	Работа с АЦП на микроконтроллере семейства STM32			4	8	12
13	Работа с протоколом 1-Wire			4	8	12
14	Реализация протокола Modbus RTU на микроконтроллере семейства STM32			8	14	22
15	Реализация ПИД-регулятора на микроконтроллере семейства STM32			4	8	12
16	Использование режимов экономии энергии на микроконтроллере семейства STM32			2	4	6
		16	0	34	94	144

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

№ 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
---	---

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Официальный сайт FreeRTOS // URL: https://www.freertos.org/
2	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	<i>Сервер учебно-методических материалов ФКН, \\fs.cs.vsu.ru\Library</i>
2	<i>Образовательный портал "Электронный университет ВГУ", http://edu.vsu.ru</i>

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	<p>Возможности современных микроконтроллеров в устройствах интернета вещей</p> <p>Коммуникационные интерфейсы микроконтроллера</p>	ПК-15	ПК-15.1	Контрольная работа
2	<p>Возможности современных микроконтроллеров в устройствах интернета вещей</p> <p>Операционная система реального времени FreeRTOS</p> <p>Коммуникационные интерфейсы микроконтроллера</p> <p>Аппаратные таймеры в составе микроконтроллеров</p> <p>Реализация коммуникационных протоколов интернета вещей</p> <p>Системы автоматического регулирования с использованием микроконтроллеров</p> <p>Методы снижения энергопотребления</p>	ПК-8	ПК-8.1	Собеседование

3	<p>Знакомство с микроконтроллером семейства STM32 и средствами разработки для него Знакомство с операционной системой FreeRTOS на примере микроконтроллера семейства SRM32</p> <p>Работа с таймерами микроконтроллера семейства STM32</p> <p>Работа с периферией микроконтроллера семейства STM32</p> <p>Работа с АЦП на микроконтроллере семейства STM32</p> <p>Работа с протоколом 1-Wire</p> <p>Реализация протокола Modbus RTU на микроконтроллере семейства STM32</p> <p>Использование режимов экономии энергии на микроконтроллере семейства STM32</p>	ПК-2	ПК-2.1	Лабораторные работы
4	<p>Возможности современных микроконтроллеров в устройствах интернета вещей</p> <p>Коммуникационные интерфейсы микроконтроллера</p>	ПК-10	ПК-10.1	Контрольная работа

Промежуточная аттестация

Форма контроля - Зачет с оценкой, Контрольная работа

Оценочные средства для промежуточной аттестации

1. Собеседование
2. Контрольная работа

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости выполняется по лабораторным работам.

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.

20.2 Промежуточная аттестация

Задание для контрольной работы

Используя материалы лабораторных работ реализовать на микроконтроллере семейства STM32 устройство, реализующее следующие функциональные возможности:

1. Измерение уровня сигнала одновременно на 4 аналоговых входах каждые 100 мс с усреднением скользящим окном ЕМА с настраиваемым параметром
2. Непрерывный контроль уровня сигнала одновременно на 8 дискретных входах
3. Измерение температуры с помощью однопроводного датчика типа DS18B20 каждую секунду
4. Доступ к результатам измерений по протоколу Modbus RTU
5. Настройка параметра скользящего окна ЕМА по протоколу Modbus RTU отдельно для каждого канала управления

Вопросы к собеседованию

1. Возможности современных микроконтроллеров в устройствах интернета вещей
2. Встроенное периферийное оборудование современных микроконтроллеров
3. Встроенные таймеры микроконтроллера
4. ШИМ (PWM)
5. Сторожевой таймер (watchdog)
6. Дискретные входы-выходы общего назначения (GPIO)
7. Встроенный АЦП микроконтроллера, калибровка и способы получения данных
8. Коммуникационные интерфейсы микроконтроллера
9. Протокол Modbus
10. Протокол 1-Wire
11. Базовые технические решения для реализации радиоканала в системах интернета вещей
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

Контрольная работа выполняется на компьютере и на проверку предоставляется проект STM32CubeIDE. Выполнение контрольной работы оценивается по 100 бальной шкале. При ошибках в выполнении задания, выборе неоптимального решения или при не полном выполнении оценка снижается.

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, контрольную работу 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