

Минобрнауки России

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

УТВЕРЖДАЮ



Заведующий кафедрой

Борисов Дмитрий Николаевич

Кафедра информационных систем

28.02.2022

**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:**

протокол НМС ФКН № 3 от 25.02.2022

**8. Учебный год:**

2022-2023

**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),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 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-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-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
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

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час:**

4/144

**Форма промежуточной аттестации:**

Экзамен

**13. Трудоемкость по видам учебной работы**

Вид учебной работы	Семестр 2	Всего
Аудиторные занятия	50	50
Лекционные занятия	16	16

Практические занятия	0	0
Лабораторные занятия	32	32
Самостоятельная работа	60	60
Курсовая работа	0	0
Промежуточная аттестация	0	0
Часы на контроль	36	36
Всего	144	144

### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
<b>1. Лекции</b>			
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 микроконтроллерам и в системах интернета вещей	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17571">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17571</a>
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	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17571">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17571</a>

		Software Interface Standard)	
1.3	Коммуникационные интерфейсы микроконтроллера	GPIO, ADC/DAC, UART/USART, I2C, SPI, CAN, USB	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17571">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17571</a>
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	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17571">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17571</a>
1.5	Реализация коммуникационных протоколов интернета вещей	Modbus, LIN, CAN, 1-Wire, беспроводная передача данных	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17571">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17571</a>
1.6	Системы автоматического регулирования с использованием микроконтроллеров	Получение и обработка измерений физических величин, скользящее среднее (SMA, WMA, EMA), фильтр Калмана, ПИД-регулятор	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17571">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17571</a>
1.7	Методы снижения энергопотребления	Приемы снижения энергопотребления микроконтроллера при использовании радиоканала	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17571">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17571</a>
<b>2.</b> <b>Практические занятия</b>			
<b>3.</b> <b>Лабораторные работы</b>			

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	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17571">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17571</a>
3.2	Знакомство с операционной системой FreeRTOS на примере микроконтроллера семейства STM32	Создание задач и программных таймеров, синхронизация задач, очереди сообщений	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17571">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17571</a>
3.3	Работа с таймерами микроконтроллера семейства STM32	Формирование однократных и периодических временных интервалов, тактирование АЦП, формирование ШИМ, измерение длительности временных интервалов	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17571">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17571</a>
3.4	Работа с периферией микроконтроллера семейства STM32	Конфигурирование и использование GPIO, ADC, UART, SPI	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17571">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17571</a>
3.5	Работа с АЦП на микроконтроллере семейства STM32	Калибровка АЦП, настройка непрерывного преобразования по событию таймера и обработка измерений методом скользящего среднего	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17571">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17571</a>
3.6	Работа с протоколом 1-Wire	Инициализация и периодическое получение данных измерения	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17571">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17571</a>

		и 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)	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17571">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17571</a>
3.8	Реализация ПИД-регулятора на микроконтроллере семейства STM32	Поддержание заданного значения температуры за счет управления ШИМ	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17571">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17571</a>
3.9	Использование режимов экономии энергии на микроконтроллере семейства STM32	Перевод микроконтроллера в спящий режим с периодическим пробуждением по таймеру для проверки контролируемых параметров	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17571">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17571</a>

### 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				2

2	Операционная система реального времени FreeRTOS	2			4	6
3	Коммуникационные интерфейсы микроконтроллера	2			4	6
4	Аппаратные таймеры в составе микроконтроллеров	2			2	4
5	Реализация коммуникационных протоколов интернета вещей	4			4	8
6	Системы автоматического регулирования с использованием микроконтроллеров	2			4	6
7	Методы снижения энергопотребления	2			2	4
8	Знакомство с микроконтроллером семейства STM32 и средствами разработки для него			2	4	6
9	Знакомство с операционной системой FreeRTOS на примере микроконтроллера семейства SRM32			2	4	6
10	Работа с таймерами микроконтроллера семейства STM32			4	4	8
11	Работа с периферией микроконтроллера семейства STM32			4	4	8
12	Работа с АЦП на микроконтроллере семейства STM32			4	4	8
13	Работа с протоколом 1-Wire			4	4	8
14	Реализация протокола Modbus RTU на микроконтроллере семейства STM32			6	6	12
15	Реализация ПИД-регулятора на микроконтроллере семейства STM32			4	6	10
16	Использование режимов экономии энергии на микроконтроллере семейства STM32			2	4	6
		16	0	32	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](http://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: <a href="https://www.st.com/content/st_com/en/support/learning/stm32-education/stm32-step-by-step.html">https://www.st.com/content/st_com/en/support/learning/stm32-education/stm32-step-by-step.html</a>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Официальный сайт FreeRTOS // URL: <a href="https://www.freertos.org/">https://www.freertos.org/</a>
2	Справочник по CMSIS-RTOS API // URL: <a href="https://www.keil.com/pack/doc/CMSIS/RTOS/html/group__CMSIS__RTOS.html">https://www.keil.com/pack/doc/CMSIS/RTOS/html/group__CMSIS__RTOS.html</a>

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

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

#### 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", <a href="http://edu.vsu.ru">http://edu.vsu.ru</a>

#### 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](http://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>Знакомство с микроконтроллером семейства STM32 и средствами разработки для него Знакомство с операционной системой FreeRTOS на примере микроконтроллера семейства STM32</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
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 Методы снижения энергопотребления</p>	ПК-8	ПК-8.1	Собеседование
3	<p>Возможности современных микроконтроллеров в устройствах интернета вещей</p> <p>Коммуникационные интерфейсы микроконтроллера</p>	ПК-10	ПК-10.1	Контрольная работа
4	<p>Возможности современных микроконтроллеров в устройствах интернета вещей</p> <p>Коммуникационные интерфейсы микроконтроллера</p>	ПК-15	ПК-15.1	Контрольная работа

Промежуточная аттестация

Форма контроля - Зачет с оценкой

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 работы 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