

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



УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

физики полупроводников и микроэлектроники

факультет

(Е.Н.Бормонтов) (Е.Н.Бормонтов)

31.08.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.13 Микроконтроллеры и операционные системы реального времени

1. Код и наименование направления подготовки/специальности: **11.04.04**

Электроника и наноэлектроника

2. Профиль подготовки: Интегральная электроника и наноэлектроника

3. Квалификация (степень) выпускника: магистр

4. Форма образования: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: _____

физики полупроводников и микроэлектроники

6. Составители программы: Богатилов Евгений Васильевич, _____

кандидат физико-математических наук

7. Рекомендована: НМС физического факультета протокол №6 от 26.06.2024

8. Учебный год: **2025-2026** Семестр: **3**

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целями освоения дисциплины «Микроконтроллеры и операционные системы реального времени» является формирование общепрофессиональных знаний об архитектуре и приемах программирования микроконтроллеров.

В задачи дисциплины входят:

- изучение архитектуры микроконтроллеров семейства ARM Cortex M3;

- изучение программных средств для разработки встраиваемых систем на базе микроконтроллеров;
- изучение основ программирования микроконтроллеров с применением операционных систем реального времени (ОСРВ).

10. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина относится к обязательной части блока Б1. Для успешного освоения дисциплины необходимы знания в области программирования, численных методов, компьютерных технологий, цифровой схемотехники.

Знания, полученные при освоении дисциплины «Микроконтроллеры и операционные системы реального времени», являются полезными при выполнении выпускных квалификационных работ в области электроники.

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

| Компетенции | | Индикаторы | | Планируемые результаты обучения |
|-------------|--|------------|--|--|
| Код | Наименование компетенции | Код(ы) | Наименование индикатора(ов) | |
| ОПК-1 | Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора | ОПК-1.2 | Использует передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной сфере деятельности для решения научно-технических задач | Знание: -современных архитектур микроконтроллеров. |
| | | ОПК-1.3 | Оценивает эффективность выбранных методов и способов решения задач в профессиональной сфере деятельности | Знание: - критериев выбора оптимальных микроконтроллеров для решения поставленных задач. |
| ОПК-3 | Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач. | ОПК-3.3 | Предлагает на основе полученной информации новые идеи и оценивает возможность их реализации при решении инженерных задач в профессиональной сфере деятельности | Владение: - навыками разработки архитектуры встраиваемых систем; - навыками моделирования работы микроконтроллеров средствами САПР Multisim. |
| ОПК-4 | Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения | ОПК-4.1 | Осуществляет обоснование и выбор прикладного и специализированного программного обеспечения для проведения научных исследований и реше- | Знание: - инструментов разработки программного обеспечения для встраиваемых систем (сред разработки, компиляторов, библиотек, ОСРВ). Умение: - обоснованного выбора между |

| | | | |
|---|---------|---|---|
| исследований и решения инженерных задач | | ния инженерных задач в своей предметной области | разработкой встраиваемых систем с применением библиотек CMSIS, SPL, HAL или OCPB FreeRTOS. |
| | ОПК-4.2 | Применяет современные программные средства (CAD) моделирования, проектирования и приборов, схем и устройств электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения конструирования | Владение: - средствами моделирования схем, имеющих в своем составе микроконтроллеры (Multisim, Proteus); - средствами разработки программного обеспечения для микроконтроллеров Keil uVision; |
| | ОПК-4.3 | Разрабатывает программно-математическое обеспечение для проведения научных исследований и решения инженерных задач в своей предметной области | Владение: - навыками применения операционной системы реального времени FreeRTOS для разработки встраиваемых систем. |

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах — 2 / 72.

Форма промежуточной аттестации – дифференцированный зачет

13. Виды учебной работы:

| Вид учебной работы | | Трудоемкость (часы) | |
|--|--------------|---------------------|-----------------|
| | | Всего | По семестрам |
| | | | |
| Аудиторные занятия, | | 32 | 32 |
| в том числе: | лекции | 16 | 16 |
| | лабораторные | 16 | 16 |
| Самостоятельная работа | | 40 | 40 |
| Форма промежуточной аттестации: диф. зачет | | | Зачет с оценкой |
| Итого: | | 72 | 72 |

13.1. Содержание дисциплины:

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела дисциплины |
|------------------|--|--|
| 1. Лекции | | |
| 1.1 | Введение в архитектуру микроконтроллеров семейства ARM Cortex M3 | Структурная блок-схема микроконтроллеров серии 1986BE9x. Общая организация памяти. Порты ввода-вывода: регистры конфигурирования портов ввода-вывода, схемотехническая реализация режимов push-pull и open drain, назначение подтягивающих |

| | | |
|--------------------------------|---|--|
| | | резисторов, аппаратное устранение дребезга контактов с применением встроенного триггера Шмитта, настройка быстродействия порта. Формирование тактовой частоты: встроенный RC-генератор, внешние генераторы HSE и LSE, встроенный блок умножения системной тактовой частоты. Системный таймер SysTick. Таймеры общего назначения. Структурная схема контроллера АЦП. Регистры конфигурирования АЦП. Модуль порта синхронной последовательной связи. |
| 1.2 | Программные среды для работы с микроконтроллерами | Обзор возможностей Keil uVision. Создание нового проекта. Выбор микроконтроллера. Выбор дополнительных программных компонентов. Настройка параметров микроконтроллера. Настройка компиляции и отладки. Настройка загрузки программы в память микроконтроллера. Средства моделирования схем с микроконтроллерами в Multisim и Proteus. |
| 1.3 | Программирование микроконтроллеров ARM средствами библиотек CMSIS и SPL/HAL | Назначение и область применения CMSIS. Соглашение о типах данных и именах идентификаторов в CMSIS. Компоненты библиотеки CMSIS: API для ядра Cortex-M и периферии (CMSIS-Core), общие интерфейсы периферийных драйверов (CMSIS-Driver), функции обработки сигналов (CMSIS-DSP), библиотека для реализации нейронных сетей (CMSIS-NN), отладочный модуль (CMSIS-DAP), общий API для систем реального времени (CMSIS-RTOS). Назначение и область применения библиотек SPL и HAL. |
| 1.4 | Введение в операционные системы реального времени | Назначение ОСПВ в микроконтроллерах. Базовые понятия: квант времени, задачи, состояния задач, приоритеты выполнения задач, планировщик задач, обмен данными между задачами, очереди, бинарные и счетные семафоры, мьютексы, критические секции, таймеры, вытесняющая и кооперативная многозадачность, работа с прерываниями. |
| 1.5 | Программирование микроконтроллеров ARM средствами FreeRTOS | Соглашение о типах данных и именах идентификаторов в FreeRTOS. API-функции для работы с задачами: создание задачи, передача параметров в задачу при создании, контроль времени выполнения, реализация задержек, динамическое изменение приоритета, уничтожение задач. API-функции для работы с очередями: создание очереди, запись элемента в очередь, отслеживание состояния очереди, использование очередей в обработчиках прерываний. API-функции для работы с семафорами: создание двоичного семафора, захват семафора, выдача семафора из обработчика прерывания, создание счетного семафора, работа с мьютексами, рекурсивные мьютексы, инверсия приоритетов и взаимная блокировка при использовании мьютексов, задачи-сторожа. Реализация программных таймеров. |
| 2. Лабораторные занятия | | |
| 2.1 | Введение в архитектуру микроконтроллеров семейства ARM Cortex M3 | |
| 2.2 | Программные среды для работы с микроконтроллерами | Лабораторная работа №1. Моделирование схем с микроконтроллерами в Multisim Лабораторная работа №2. Настройка среды Keil uVision |
| 2.3 | Программирование микроконтроллеров ARM средствами библиотек CMSIS и SPL | Лабораторная работа №3. Конфигурирование портов ввода-вывода средствами CMSIS Лабораторная работа №4. Конфигурирование работы таймера средствами CMSIS Лабораторная работа №5. Использование библиотеки SPL при работе с портами ввода-вывода |

| | | |
|-----|--|---|
| 2.4 | Введение в операционные системы реального времени | |
| 2.5 | Программирование микроконтроллеров ARM средствами FreeRTOS | Лабораторная работа №6. Использование FreeRTOS для параллельного управления несколькими портами ввода-вывода Лабораторная работа № 7. Использование очередей для взаимодействия между задачами во FreeRTOS |

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий:

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Виды занятий (часов) | | | |
|-------|---|----------------------|--------------|------------------------|-------|
| | | Лекции | Лабораторные | Самостоятельная работа | Всего |
| 1 | Введение в архитектуру микроконтроллеров семейства ARM Cortex M3 | 4 | - | 8 | 12 |
| 2 | Программные среды для работы с микроконтроллерами | 2 | 4 | 8 | 14 |
| 3 | Программирование микроконтроллеров ARM средствами библиотек CMSIS и SPL | 2 | 6 | 8 | 16 |
| 4 | Введение в операционные системы реального времени | 4 | - | 8 | 12 |
| 5 | Программирование микроконтроллеров ARM средствами FreeRTOS | 4 | 6 | 8 | 18 |
| | Итого: | 16 | 16 | 40 | 72 |

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Изучение дисциплины «Микроконтроллеры и операционные системы реального времени» предусматривает осуществление учебной деятельности состоящей из двух частей: обучения студентов преподавателем и самостоятельной учебной деятельности студентов по изучению дисциплины.

Подготовка к лекциям является одним из видов самостоятельной работы студентов. Студентам, чтобы хорошо овладеть учебным материалом, необходимо выработать навыки правильной и планомерной работы. Перед началом лекционных занятий надо просмотреть все, что было сделано в предыдущий раз. Это позволит сосредоточить внимание и восстановить в памяти уже имеющиеся знания по данному предмету. Кроме того, такой метод поможет углубить понимание как нового, так и уже изученного материала благодаря установлению взаимосвязей между отдельными частями курса.

Хорошо овладеть содержанием лекции – это:

- знать тему лекции;
- понимать значение и важность ее в данном курсе;
- четко представлять план лекции;
- уметь выделить основное, главное;
- усвоить значение примеров и иллюстраций;
- связать вновь полученные сведения о предмете или явлении с уже имеющимися;
- представлять возможность и необходимость применения полученных сведений.

Существует несколько общих правил работы на лекции:

- лекции по каждому предмету записывать удобнее в отдельных тетрадях, оставляя широкие поля для пометок;
- к прослушиванию лекций следует готовиться, что позволит в процессе лекции отделить главное от второстепенного;

- лекции необходимо записывать с самого начала, так как оно часто бывает ключом ко всей теме;

- так как дословно записать лекцию невозможно, то необходимо в конспекте отражать: формулы, определения, схемы, трудные места, мысли, примеры, факты и положения от которых зависит понимание главного, новое и незнакомое, неопубликованные данные, материал отсутствующий в учебниках и т.п.

Важной составляющей курса являются лабораторные работы, которые позволяют приобрести навыки работы с реальными приборами твердотельной электроники, а также измерительной аппаратурой. Выполнение лабораторной работы требует тщательной предварительной подготовки. Необходимо заранее ознакомиться с теоретическим введением к предстоящей лабораторной работе для того, чтобы выполнение работы в аудитории было полностью осмысленным. Также необходимо помнить, что составление отчета о выполнении лабораторной работы является не только ключевым этапом в систематизации и осознании полученных данных, но и необходимым умением в будущей профессиональной деятельности, предполагающей регулярное составление подобных отчетов.

Наряду с теоретическим курсом и лабораторными работами важной составляющей обучения является самостоятельная работа. Она предназначена как для формирования навыков самостоятельной работы вообще, так и для развития способностей принимать на себя ответственность, находить конструктивные решения и выход из кризисной ситуации.

Давая возможность расширять и обогащать знания, умения по индивидуальным направлениям, самостоятельная работа обучающегося позволяет создать разносторонних специалистов. В процессе самостоятельной работы развивают творческие возможности обучающегося, при этом самостоятельная работа завершает задачи всех видов учебной работы.

Таким образом, самостоятельная работа формирует черты характера, играющие существенную роль в структуре личности современного специалиста.

Преподаватель организует, направляет самостоятельную работу обучающихся и оказывает им необходимую помощь. Однако самостоятельность обучающихся должна превышать объем контролируемой преподавателем работы, и иметь в своей основе индивидуальную мотивацию обучающегося по получению знаний, необходимых и достаточных для профессиональной деятельности в избранной сфере.

Получение образования предполагает не только обучение решению задач определенной сферы деятельности, но и формирование особого профессионального стиля мышления. Профессиональный стиль мышления означает готовность к поиску решения любой задачи в ходе практической деятельности, даже такой, которая не была затронута в ходе обучения.

Результат обучения и самостоятельной работы обучающегося предполагает наличие следующих составляющих:

- понимание методологических основ построения изучаемых знаний;
- выделение главных структур учебного курса;
- формирование средств выражения в данной области;
- построение методик решения задач и ориентации в проблемах (ситуациях).

Самостоятельная работа обучающихся при изучении курса «Микроконтроллеры и операционные системы реального времени» включает в себя: работу с теоретической частью курса, оформление отчетов о выполнении лабораторных работ и подготовку к выполнению лабораторных работ.

Рекомендуемое распределение нагрузки самостоятельной работы:

| | |
|------------------------------------|------------|
| изучение теоретической части курса | - 20 часов |
| подготовка к лабораторным занятиям | - 20 часов |

итого - 40 часов

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

а) основная литература:

| № п/п | Источник |
|-------|--|
| 1 | Харрис, Дэвид Мани. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера = Digital design and computer architecture : пер. с англ. / Дэвид М. Харрис, Сара Л. Харрис .— Москва : ДМК Пресс, 2017 .— 791 с. |
| 2 | Магда, Ю. С. Программирование и отладка C/C++ приложений для микроконтроллеров [Электронный ресурс] / Магда Ю. С. — Москва : ДМК Пресс, 2012 .— 168 с. Книга из коллекции ДМК Пресс - Информатика.— ISBN 978-5-94074-745-1.— <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4821> |

б) дополнительная литература:

| № п/п | Источник |
|-------|--|
| 3 | Зыль С. Н. Операционная система реального времени QNX : от теории к практике / С.Н. Зыль.— 2-е изд. — СПб. : БХВ-Петербург, 2004 .— 191 с. |
| 4 | Операционная система реального времени QNX Neutrino 6.3. Системная архитектура : пер. с англ. — СПб. : БХВ-Петербург, 2006 .— 316 с. |
| 5 | Гребнев В. В. Микроконтроллеры семейства AVR фирмы Atmel / В.В.Гребнев .— М. : Радиософт, 2002 .— 172 с. |
| 6 | Новиков Ю. В. Основы микропроцессорной техники : учебное пособие / Ю. В. Новиков, П. К. Скоробогатов .— 3-е изд., испр. — М. : Интернет-Университет Информ. Технологий : Бинум. Лаборатория знаний, 2006 .— 357 с. |
| 7 | Белов А.В. Конструирование устройств на микроконтроллерах / А.В. Белов .— СПб : Наука и техника, 2005 .— 255 с. |

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

| № п/п | Источник |
|-------|--|
| 8 | FreeRTOS Documentation <URL: https://www.freertos.org/Documentation/RTOS_book.html > |
| 9 | АО «ПКК Миландр», образование, учебные материалы <URL: https://edu.milandr.ru/library/ > |

16. Учебно-методическое обеспечение для организации самостоятельной работы:

| № п/п | Источник |
|-------|--|
| 1 | Шебанов А.Н. Введение в программирование микроконтроллеров серии 1986VE9x на базе ядра ARM Cortex-M3 : учебно-методическое пособие / А.Н. Шебанов, Е.В. Богатиков, К.Э. Ангарита Лопес. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2019. |
| 2 | Программирование микроконтроллеров K1986VE92Q1 в среде Eclipse: учебно-методическое пособие / М.П. Ряполов. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2018. |
| 3 | Программирование микроконтроллеров : практикум для вузов. Ч. 1 / А.П. Трифонов [и др.]. — Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013. |
| 4 | Проектирование электронных схем в пакете САПР MULTISIM 10.1 : учебное пособие для вузов / В.И. Ключин, Ю.К. Николаенков, С.А. Быстрицкий .— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2012 .— 43 с. |
| 5 | Богатиков, Евгений Васильевич. Разработка встраиваемых систем на базе микроконтроллеров серии 1986VE9x с использованием FreeRTOS : учебно-методическое пособие / Е. В. Богатиков, А. Н. Шебанов .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2020 .— 47 с. |

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины:

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: лекции; лабораторные занятия; индивидуальные занятия. По преобладающим методам и приемам обучения: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ–демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной и научной литературы, составление схем и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов); информационные; компьютерные; мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и др., разработка презентаций, сообщений и докладов, работа с электронными обучающими программами и т.п.).

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и практических занятий - мультимедийный кабинет кафедры ФППиМЭ: стационарный мультимедийный проектор Acer X125H – 1 шт., ноутбук emachines e510 – 1 шт.; Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019 Лекционная аудитория с мультимедийным проектором.

Учебная лаборатория микропроцессорных систем: отладочные комплекты микроконтроллера K1986BE92QI - 6 шт., отладочные комплекты ПЛИС Altera MAX II - 8 шт., компьютеры Lenovo V520-15IKL - 8 шт., цифровые осциллографы UTD2025CL - 3 шт., функциональные генераторы UTG2025A - 3 шт., источники питания QJ1503C – 3 шт., мультиметры цифровые UT39B – 3 шт., телевизор LED 48” – 1 шт.; Microsoft Windows 10, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019, свободно распространяемое ПО Quartus Prime 18.1 Lite Edition

Аудитория для самостоятельной работы студентов: Сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры HP ProDesk 400 G6 SFF – 9 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 2 шт. , подключенные к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

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

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Оценочные средства |
|-------|---|-------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | Введение в архитектуру микроконтроллеров семейства ARM Cortex M3 | ОПК-1 | ОПК-1.1 ОПК-1.2 | перечень вопросов |
| 2 | Программные среды для работы с микроконтроллерами | ОПК-3 | ОПК-3.3 | перечень вопросов; лаб.работы 1,2 |
| 3 | Программирование микроконтроллеров ARM средствами библиотек CMSIS и SPL/HAL | ОПК-4 | ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 | перечень вопросов; лаб.работы 3-5 |
| 4 | Введение в операционные системы реального времени | ОПК-4 | ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 | перечень вопросов |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Оценочные средства |
|---|--|-------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 5 | Программирование микроконтроллеров ARM средствами FreeRTOS | ОПК-4 | ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 | перечень вопросов; лаб. работы 6,7 |
| Промежуточная аттестация: форма контроля – дифференцированный зачет | | | | Комплект КИМ |

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: отчеты о выполнении лабораторных работ, ответы на вопросы

Примерный перечень вопросов для текущего контроля успеваемости

1. Перечислите регистры, отвечающие за конфигурирование GPIO в микроконтроллерах серии 1986BE9x.
2. В чем заключается отличие между режимами работы GPIO push-pull и open-drain?
3. Какой режим работы цифрового выхода позволяет согласовать логические уровни цифровых устройств и каким образом (изобразите схему подключения)?
4. Какой режим работы цифрового выхода не допускает работы на общую нагрузку и почему?
5. Изобразите передаточную характеристику триггера Шмитта.
6. Для каких целей используются триггеры Шмитта в цифровых входах микроконтроллеров?
7. Изобразите схему аппаратного подавления дребезга контактов.
8. Какое назначение имеет параметр MDR_PORTx->PWR?
9. Что такое «JTAG»?
10. Для чего производится выбор опции Device-Startup в окне выбора дополнительных компонентов Keil uVision?
11. В чем заключается преимущество использования внешнего источника тактовых импульсов перед внутренним RC-генератором?
12. Какая информация хранится в HEX-файле?
13. Каким образом включается тактирование порта в микроконтроллерах серии 1986BE9x?
14. В каком заголовочном файле содержится описание структуры и адресов регистров микроконтроллера серии 1986BE9x?
15. Как при помощи побитовых операций инвертировать значение требуемого бита?
16. Как при помощи побитовых операций установить в «1» значение требуемого бита?
17. Как при помощи побитовых операций сбросить в «0» значение требуемого бита?
18. Какие регистры используются для работы с системным таймером SysTick?
19. Какая информация содержится в файле MDR32F9Qx_port.h?
20. Какой API-функцией FreeRTOS запускается задача?
21. В чем заключается эффект инверсии приоритетов при использовании мьютексов?

Критерии оценивания текущей успеваемости

| Критерии оценивания компетенций | Уровень сформированности компетенций | Шкала предварительных оценок |
|--|--------------------------------------|------------------------------|
| Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для выполнения практических задач при выполнении лабораторных работ | Повышенный уровень | <i>Отлично</i> |
| Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), допускает незначительные ошибки при выполнении лабораторных задач | Базовый уровень | <i>Хорошо</i> |
| Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен выполнять лабораторные задания | Пороговый уровень | <i>Удовлетворительно</i> |
| Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки при выполнении практических задач лабораторных работ | – | <i>Неудовлетворительно</i> |

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Комплект КИМ

1. Общая организация памяти микроконтроллеров серии 1986BE9x.
2. Конфигурирование портов ввода-вывода микроконтроллеров серии 1986BE9x.
3. Формирование тактовой частоты в микроконтроллерах серии 1986BE9x.
4. Конфигурирование системного таймера SysTick в микроконтроллерах серии 1986BE9x.
5. Структурная схема и конфигурирование контроллера АЦП в микроконтроллерах серии 1986BE9x.
6. Программные средства для программирования микроконтроллеров
7. Библиотека CMSIS: назначение и состав.
8. Библиотека SPL: назначение и состав.
9. Библиотека HAL: назначение и состав.
10. Понятие задачи в операционных системах реального времени.
11. Передача данных между задачами с использованием очередей.
12. Семафоры: назначение, виды, примеры применения.
13. Механизм взаимного исключения при доступе к общим ресурсам.
14. Инверсия приоритетов и взаимная блокировка при использовании мьютексов.
15. Использование задач-сторожей для реализации механизма взаимного исключения.
16. Работа с прерываниями в операционных системах реального времени.

Описание технологии проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине – дифференцированный зачет. В приложение к диплому вносится оценка *отлично/хорошо/удовлетворительно*.

Оценка уровня освоения дисциплины «Микроконтроллеры и операционные системы реального времени» осуществляется по следующим показателям:

- качество и своевременность выполнения лабораторных работ;
- полнота ответов на вопросы контрольно-измерительного материала;
- полнота ответов на дополнительные вопросы.

Критерии оценки освоения дисциплины «Микроконтроллеры и операционные системы реального времени»:

– оценка *отлично* выставляется при полном соответствии работы студента всем вышеуказанным показателям. Соответствует высокому (углубленному) уровню сформированности компетенций: компетенции сформированы полностью, проявляются и используются систематически, в полном объеме. Данный уровень превосходит, по крайней мере, по одному из перечисленных выше показателей повышенный (продвинутый) уровень;

– оценка *хорошо* выставляется в случае, если работа студента при освоении дисциплины не соответствует одному из перечисленных показателей или в случае предоставления курсовых работ и отчетов по лабораторным работам позже установленного срока. Соответствует повышенному (продвинутому) уровню сформированности компетенций: компетенции в целом сформированы, но проявляются и используются фрагментарно, не в полном объеме. Данный уровень превосходит, по крайней мере, по одному из перечисленных выше показателей пороговый (базовый) уровень;

– оценка *удовлетворительно* выставляется в случае, если работа студента при освоении дисциплины не соответствует любым двум из перечисленных показателей. Соответствует пороговому (базовому) уровню сформированности компетенций: компетенции сформированы в общих чертах, проявляются и используются ситуативно, частично. Данный уровень обязателен для всех осваивающих основную образовательную программу;

– оценка *неудовлетворительно* выставляется в случае несоответствия работы студента всем показателям, его неорганизованности, безответственности и низкого качества работы при выполнении лабораторных работ, предусмотренных программой дисциплины.

Факт невыполнения требований, предъявляемых к студенту при освоении дисциплины «Микроконтроллеры и операционные системы реального времени» и отраженных в вышеперечисленных критериях, фиксируется в ведомости оценкой *неудовлетворительно*.

Если студент не осваивает дисциплину в установленном программой объеме и в сроки, определенные графиком учебного процесса, он не допускается к промежуточной аттестации по данному виду учебной работы.