

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



УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

физики полупроводников и микроэлектроники

(Е.Н.Бормонтов)

01.06.2023

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 №5 от 25.05.2023

8. Учебный год: **2024-2025** 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 наноэлектроники 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.