


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения и
аэрокосмической техники

 / И. Ф. Дроздов /

25 09 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Программные системы реального времени»

Направление подготовки 15.04.01 Машиностроение

Профиль Интеллектуальные автономные робототехнические комплексы

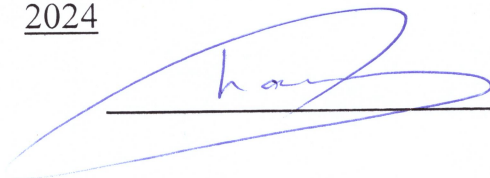
Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения очная

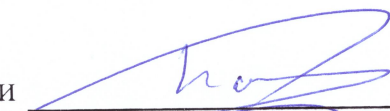
Год начала подготовки 2024

Автор программы



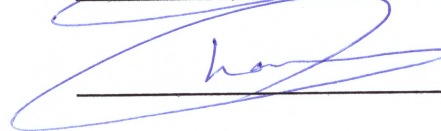
М. В. Паринов

Заведующий кафедрой
Мехатроники и робототехники



М. В. Паринов

Руководитель ОПОП



М. В. Паринов

Воронеж 2024

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины получение знаний и навыков по работе с программными системами реального времени на примере микроконтроллерных устройств, работающих в жестком реальном времени без управления операционной системой и под управлением операционных систем мягкого реального времени

1.2. Задачи освоения дисциплины

1. Освоение общих принципов построения микроконтроллерных систем реального времени

2. Освоение общих принципов программирования микроконтроллерных систем реального времени

3. Освоение программирования систем жесткого реального времени без применения операционных систем

4. Изучение общих принципов функционирования операционных систем мягкого реального времени

5. Освоение программирования реальных задач на микроконтроллерах с использованием операционных систем реального времени

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Программные системы реального времени» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Программные системы реального времени» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3 - Способен организовать и управлять разработкой и контролем систем управления сложных автономных робототехнических комплексов

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-3	Знать принципы и методы построения управляющих программных систем реального времени для робототехнических комплексов
	Уметь создавать управляющие программные системы реального времени для робототехнических комплексов
	Владеть программным инструментарием для разработки управляющих программных систем реального времени для робототехнических комплексов

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Программные системы реального времени» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		2	3
Аудиторные занятия (всего)	92	46	46
В том числе:			
Лекции	20	10	10
Лабораторные работы (ЛР)	72	36	36
Самостоятельная работа	61	26	35
Курсовая работа	+		+
Часы на контроль	27	-	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет с оценкой	+	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	72	108
зач.ед.	5	2	3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Общие принципы построения микроконтроллерных систем реального времени	Основы микроконтроллерных устройств Периферия микроконтроллеров Методы программирования Уровни абстракции	4	12	10	26
2	Общие принципы программирования микроконтроллерных систем реального времени	Использование драйверов и макросов HAL Общие принципы построения кода Типовые среды разработки	4	12	10	26
3	Программирование систем жесткого реального времени без применения операционных систем	Работа с ядром и периферией микроконтроллера Работа с таймерами Работа с цифровыми интерфейсами Работа с аналоговыми интерфейсами Работа с внешними устройствами	4	12	10	26
4	Общие принципы функционирования операционных систем мягкого реального времени	Понятие операционных систем реального времени Основные принципы функционирования операционных систем реального времени Задачи операционных систем реального времени Коммуникация между задачами операционных систем реального времени Управление памятью операционных систем реального времени	4	12	10	26
5	Программирование базовых задач на микроконтроллерах с	Разбор базовых задач автоматизации посредством микроконтроллерных устройств с	2	12	10	24

	использованием операционных систем реального времени	применением операционных систем реального времени				
6	Программирования продвинутой задачи на микроконтроллерах с использованием операционных систем реального времени	Разбор продвинутой задачи автоматизации посредством микроконтроллерных устройств с применением операционных систем реального времени	2	12	11	25
Итого			20	72	61	153

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Построение схем микроконтроллерных систем
2. Настройка среды. Простейшие программы для микроконтроллеров
3. HAL и CMSIS
4. Программирование таймеров
5. Программирование цифровых интерфейсов
6. Программирование АЦП и ЦАП
7. Программирование внешних устройств
8. Базовые настройки ОС реального времени
9. Организация многозадачных программ под управлением ОС реального времени
10. Различные методы управления памятью
11. Различные методы коммуникации между задачами
12. Решение типовых задач программирования на микроконтроллерах с использованием ОС реального времени

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 3 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Разработка программного обеспечения системы управления роботизированной тележкой с использованием операционной системы реального времени»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- Получение практических навыков реализации систем управления
- Получение практических навыков программирования систем управления
- Получение практических навыков работы с операционными системами реального времени

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-3	знать (переносится из раздела 3 рабочей программы)	принципы и методы построения управляющих программных систем реального времени для робототехнических комплексов	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь (переносится из раздела 3 рабочей программы)	создавать управляющие программные системы реального времени для робототехнических комплексов	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть (переносится из раздела 3 рабочей программы)	программным инструментарием для разработки управляющих программных систем реального времени для робототехнических комплексов	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 2, 3 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-3	знать (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Каковы основные характеристики операционной системы в реальном времени (RTOS)?

* Детерминистическое поведение: предсказуемое и последовательное время отклика.

* Применение применения времени: Способность соответствовать строгим срокам.

* Управление ресурсами: Эффективное распределение памяти, время процессора и периферийные устройства.

* Многозадачность: Возможность выполнять несколько задач одновременно.

2. Опишите разницу между жесткой системой в реальном времени и мягкой системой в реальном времени.

* Жесткая система в реальном времени: Отсутствие крайнего срока приводит к катастрофическому сбою.

* Мягкая система в реальном времени: Отсутствие крайнего срока нежелательно, но не приводит к сбое системы.

3. Кратко объясните концепцию планирования задач в RTOS.

* Ответ: Планирование задач - это процесс, с помощью которого RTOS выделяет время ЦП на различные задачи, основанные на их приоритете и сроках. Это гарантирует, что критические задачи выполняются первыми.

4. Каковы преимущества использования RTOS для приложений микроконтроллера?

* Ответ:

* Улучшенная организация и модульность кода.

* Повышенная эффективность и производительность.

Упрощенная разработка и обслуживание.

повышенная отзывчивость в реальном времени.

5. Опишите основные компоненты RTOS.

* Ответ:

* Ядро: Ядро RTOS, ответственность за управление ресурсами и планированием задач.

* Менеджер задач: Создает, управляет и расписания задач.

* Механизма связи между заданиями: Позволяет задачам обмениваться данными.

* Обработка таймера и прерываний: обеспечивает точное хронометрирование и ответ на внешние события.

6.Объясните концепцию упреждающего планирования и приведите пример его использования.

* Ответ: ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ ПЕРЕДВОЧКА позволяет задаче с более высоким приоритетом прервать задачу с более низким приоритетом в настоящее время. Это гарантирует, что критические задачи не задерживаются по задачам с более низким приоритетом.

* Пример: В системе, контролирующей руку робота, задача, ответственная за экстренное торможение, должна иметь более высокий приоритет, чем задача, управляющая движением робота.

7.Что такое семафор и как он используется в общении между заданиями?

* Ответ: Семафор - это сигнальный механизм, используемый для синхронизации между задачами. Он действует как флаг, который позволяет задаче ждать определенного условия, прежде чем продолжить.

8.Опишите различия между очередью сообщений и почтовым ящиком.

* Отвечать:

* Очередь сообщений: хранит очередь FIFO (первая в первую очередь), позволяя задачам асинхронно общаться.

* Mailbox: действует как очередь сообщения с одним слотом, позволяя хранить только одно сообщение за раз.

9.Объясните концепцию часов в реальном времени (RTC) и ее роль в RTO.

* Ответ: RTC - это специальный аппаратный компонент, который обеспечивает точное хронометрирование, независимо от основных системных часов. Это позволяет RTOS поддерживать точную ссылку на время и выполнять планирование на основе времени.

10.Обсудите компромиссы, участвующие в выборе RTO для конкретного приложения.

* Отвечать:

* Производительность против потребления ресурсов: Рассмотрим необходимую производительность в реальном времени и доступную мощность памяти и обработки.

* Набор функций против сложности: Выберите RTOS с соответствующими функциями для вашего приложения без добавления ненужной сложности.

Инструменты и поддержку разработки: Оценить доступность инструментов разработки, документации и поддержки сообщества выбранных RTO.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Планирование задач и приоритет:

- * Реализуйте планировщик, основанный на приоритете, для конкретного микроконтроллера.

- * Проанализируйте производительность различных алгоритмов планирования (например, Round Robin, Scedule Monotonic, первым ранним сроком) для данного набора задач.

- * Реализуйте динамический приоритетный планировщик, который настраивает приоритеты задач на основе условий выполнения.

2. Общение между заданиями:

- * Реализуйте различные механизмы связи, такие как очереди сообщения, семафоры и мутекс для межзадачной связи.

- * Разработайте протокол связи для задач, чтобы синхронизировать свои действия и обмениваться данными.

- * Внедрить протокол связи в реальном времени (например, Can, Ethernet) для межпроцессной связи.

3. Управление ресурсами:

- * Разработка и реализация системы управления памятью для динамического распределения памяти в контексте в реальном времени.

- * Внедрить механизм управления общими ресурсами (например, периферийные устройства, датчики) между задачами.

- * Разработайте алгоритм сбора мусора в реальном времени для конкретной системы управления памятью.

4. Ограничения в реальном времени:

- * Разработка и реализация системы, которая соответствует конкретным ограничениям в реальном времени (например, крайний срок, джиттер, задержка) для данного приложения.

- * Проанализируйте поведение времени системы в реальном времени, используя такие инструменты, как анализ времени или моделирование.

- * Реализовать такие методы, как предварительное предотвращение задачи и предотвращение инверсии приоритетов для повышения производительности в реальном времени.

5. Отладка и тестирование:

- * Реализовать механизмы трассировки и ведения ведения ведения ведения ведения ведения регистрации для мониторинга поведения задач в реальном времени и общения.

- * Проектируйте и проводят тесты, чтобы проверить функциональность и поведение синхронизации системы в реальном времени.

- * Используйте инструменты и методы отладки (например, точка Break, Watchpoint), чтобы определить и исправить проблемы в коде в реальном времени.

6. Выбор операционной системы в реальном времени:

- * Сравните и сопоставьте различные операционные системы в реальном времени (например, Freertos, UCOS-II, Chibios) на основе функций, производительности и лицензирования.
- * Выберите наиболее подходящие RTO для конкретного проекта на основе требований приложения.
- * Оценить производительность и потребление ресурсов различных реализаций RTO для данного микроконтроллера.

7. Обработка событий:

- * Реализуйте механизм обработки прерываний и событий в среде в реальном времени.
- * Разработка системы, которая отвечает на асинхронные события (например, данные датчика, пользовательский ввод) в рамках ограничений в реальном времени.
- * Реализуйте механизм таймера для запуска задач или событий через определенные интервалы времени.

8. Управление энергопотреблением:

- * Реализуйте функции энергосбережения для системы в реальном времени (например, режимов сна, стробирования часов) для оптимизации энергопотребления.
- * Проанализируйте энергопотребление системы в реальном времени и определите области для оптимизации.
- * Разработка и реализовать стратегию управления питанием в реальном времени для встроенной батарейной системы.

9. Разработка приложений в реальном времени:

- * Разработайте приложение в реальном времени для микроконтроллера с использованием RTO, включая задачи, коммуникацию и управление ресурсами.
- * Реализуйте систему управления в реальном времени для конкретного процесса или устройства (например, управление двигателем, регулирование температуры).
- * Разработать систему сбора и обработки данных в реальном времени для сбора и анализа данных датчиков.

10. Безопасность в реальном времени:

- * Разработка и реализация механизмов безопасности (например, контроль доступа, шифрование) для системы в реальном времени для защиты конфиденциальных данных и предотвращения злонамеренных атак.
- * Проанализируйте уязвимости безопасности системы в реальном времени и реализуйте контрмеры для снижения рисков.

* Реализуйте безопасную загрузку для системы в реальном времени, чтобы обеспечить выполнение только доверенного программного обеспечения.

Этот список предоставляет отправную точку для изучения и решения общих проблем в операционных системах в реальном времени для микроконтроллеров. Помните, что конкретные задачи будут зависеть от выбранного РТО, целевого микроконтроллера и разработанного конкретного приложения.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Управление ресурсами: Реализуйте планировщик в реальном времени, который приоритет задачам, основанным на сроках и требованиях к ресурсам (например, память, периферийные устройства).

2. Межзадачная связь: Проектирование и реализация механизмов связи между задачами, включая очереди сообщений, семафоры и общую память, обеспечивая эффективную и надежную обмен данными.

3. Анализ и планирование времени: Проанализируйте поведение задач и определение осуществимости соблюдения сроков в рамках различных рабочих нагрузок и ограничений ресурсов.

4. Обработка прерываний: Проектирование и реализация обработчиков прерываний в рамках RTOS, обеспечивая своевременную и эффективную реакцию на внешние события.

5. Устойчивость к ошибкам и обработка ошибок: Разработка механизмов для обнаружения и обработки ошибок в РТО, обеспечивая стабильность и надежность системы перед лицом неожиданных событий.

6. В/О-выводе в реальном времени.

7. Отладка и профилирование: Реализация инструментов и методов отладки и профилирования приложений в реальном времени, помогая оптимизации производительности и диагностике неисправностей.

8. Управление памятью: Внедрение эффективных стратегий распределения памяти и управления в RTOS, минимизация фрагментации памяти и максимизацию использования ресурсов.

9. Управление питанием: Проектирование и реализация стратегий управления питанием в РТО, чтобы минимизировать потребление энергии и оптимизировать срок службы батареи во встроенных системах.

10. Разработка приложений в режиме реального времени: Разработка и развертывание приложений в реальном времени, интеграция с структурой RTOS и решение конкретных требований целевого домена приложения.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

1. Каковы основные характеристики операционной системы в реальном времени (РТО)?

2. Объясните разницу между жесткими системами в реальном времени и мягком в реальном времени.

3. Каковы ключевые преимущества и недостатки использования RTO?
4. Опишите различные типы алгоритмов планирования, используемых в RTO (например, приоритетный, круглый робин, первый срок сначала).
5. Каковы ключевые компоненты RTO?(например, ядро, планировщик, управление памятью, драйверы ввода/вывода)
6. Объясните концепцию синхронизации задач и различных используемых механизмов (например, семафоры, мутекс, очереди сообщений).
7. Какова роль обработки прерываний в RTO?
8. Опишите важность часов в реальном времени (RTC) и управления временем в RTO.
9. Как RTO имеет дело с управлением ресурсами (например, память, процессор, периферийные устройства)?
10. Объясните концепцию протоколов связи в реальном времени и их актуальность в RTO.
11. Определите несколько реальных применений RTOS в разных областях (например, промышленная автоматизация, медицинские устройства, аэрокосмическая промышленность, автомобильная).
12. Обсудите конкретные проблемы и требования внедрения RTO для конкретного применения (например, автономные транспортные средства, системы медицинской визуализации).
13. Проанализируйте реальное тематическое исследование, в котором RTOS был успешно реализован.
14. Объясните роль RTO в разработке устройств Интернета вещей (IoT).
15. Обсудите будущие тенденции и достижения в операционных системах в реальном времени.
16. Объясните концепцию упреждающего и непреодолимого расписания.
17. Опишите различные типы методов управления памятью, используемые в RTO.
18. Объясните важность протоколов общения в реальном времени, таких как CAN Bus, Ethernet и Wi-Fi в RTOS.
19. Обсудите влияние RTO на разработку критичных систем безопасности.
20. Проанализируйте производительность и эффективность различных архитектур RTO.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

(Например: Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Общие принципы построения микроконтроллерных систем реального времени	ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Общие принципы программирования микроконтроллерных систем реального времени	ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	Программирование систем жесткого реального времени без применения операционных систем	ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	Общие принципы функционирования операционных систем мягкого реального времени	ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	Программирования базовых задач на микроконтроллерах с использованием операционных систем реального времени	ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
6	Программирования продвинутых задач на микроконтроллерах с использованием операционных систем реального времени	ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Болдырев, Игорь Александрович.

Микроконтроллеры в системах управления [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / Болдырев Игорь Александрович, Герасимов Михаил Инович, Кожин Алексей Сергеевич ; ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т", каф. электропривода, автоматики и управления в технических системах. - Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2019. - Электрон. текстовые и граф. данные (1,3 Мб) : ил. : табл. - Библиогр.: 17 назв. - ISBN 978-5-7731-0805-4.

МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ, ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ, ЛАБОРАТОРНЫЕ ПРАКТИКУМЫ, УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ, ВГТУ, МАКРООБЪЕКТ, СПРАВОЧНИК МАГНИТНОГО ДИСКА

Электронные ресурсы: Болдырев И.А. Микроконтроллеры в системах управления

Громов, Ю. Ю.

Микроконтроллеры с ядром Cortex-M3 в системах управления и автоматики [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Ю. Ю. Громов, И. А. Дьяков, А. В. Романенко ; Ю. Ю. Громов, И. А. Дьяков, А. В. Романенко. - Саратов : Вузовское образование, 2019. - 84 с. - ISBN 978-5-4487-0522-9.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/85789.html>

<http://www.iprbookshop.ru/85789.html>

Водовозов, А. М.

Микроконтроллеры для систем автоматики : учебное пособие / А. М. Водовозов ; А.М. Водовозов. - Изд. 3-е, доп. и перераб. - Москва|Вологда : Инфра-Инженерия, 2016. - 164 с. - ISBN 978-5-9729-0138-8.

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444183>

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444183>

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Лицензионное ПО:

- Среда разработки приложений Visual Studio Code

- Среда разработки приложений STM32 Cube IDE

Отечественное ПО:

Яндекс.Браузер

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

- <http://www.edu.ru/>

Современные профессиональные базы данных:

- eLIBRARY.RU

- База ГОСТ docplan.ru

- Образовательный портал ВГТУ

Информационные справочные системы:

- <http://window.edu.ru>

- <https://wiki.cchgeu.ru/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой
Учебные лаборатории, оснащенные проекционной аппаратурой, компьютерами и комплектами отладочных плат.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Программные системы реального времени» читаются лекции, проводятся лабораторные работы, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--