

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»**

Факультет компьютерных систем и информационных технологий

Кафедра информационных и управляющих систем

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета компьютерных
систем и информационных технологий



Кочевский А.А.

« 19 » 04 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Операционные системы реального времени»

по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника

профиль подготовки «Компьютерные технологии управления в
робототехнике и мехатронике»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Операционные системы реального времени» по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника. – **13** с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Операционные системы реального времени» составлена на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 17 августа 2020 г. № 1046 (с изменениями и дополнениями), зарегистрированным в Министерстве юстиции Российской Федерации от 9 сентября 2020 года № 59722, учебного плана по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника (профиль «Компьютерные технологии управления в робототехнике и мехатронике») и Положения о рабочей программе учебной дисциплины в ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля».

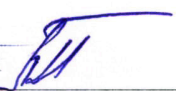
СОСТАВИТЕЛЬ:

старший преподаватель кафедры информационных и управляющих систем
Синепольский Д.О.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры информационных и управляющих систем
18 апреля 2023 года, протокол № 15.

Заведующий кафедрой
информационных и управляющих систем _____  Горбунов А.И.

Переутверждена: «___» _____ 20__ г., протокол № _____

Согласована:
Декан факультета компьютерных систем и
информационных технологий _____  Кочевский А. А.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии факультета
компьютерных систем и информационных технологий
19 апреля 2023 года, протокол № 8.

Председатель учебно-методической комиссии факультета
компьютерных систем и информационных технологий _____  Ветрова Н. Н.

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель дисциплины «Операционные системы реального времени» дисциплины – формирование у студентов знаний, умений и навыков проектирования с использованием специализированных инструментальных средств, испытаний, сопровождения и оптимизации программного обеспечения систем реального времени, достаточных для практического использования в разных областях инженерной деятельности связанных с построением робототехнических систем.

Задачи изучения дисциплины включают

- Получение представления об архитектуре операционных систем реального времени и программных моделях современных микроконтроллеров;
- Овладение практическими навыками создания встраиваемого программного обеспечения с использованием UNIX подобных многозадачных операционных систем реального времени;
- Формирование умения анализировать поставленную задачу и выбрать пути её решения;
- Углубление навыков практического программирования

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.

Дисциплина «Операционные системы реального времени» ходит в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплины «Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем» и служит основой для освоения дисциплин «Устройства навигации робототехнических систем», «Информационные процессы в производственных системах».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Студенты, завершившие изучение дисциплины «Операционные системы реального времени», должны

знать:

- основы архитектуры операционных систем;
- концепции систем реального времени и программно-технические средства их реализации;
- характеристики задач реального времени;

- основные типы и характеристики операционных систем РВ, условия их эффективного применения;
- аппаратные механизмы обеспечения реального времени и повышения производительности в микроконтроллерах;
- Программные механизмы разделения ресурсов в операционных системах реального времени;
- Дисциплины диспетчеризации процессов в многозадачных системах;

уметь:

- анализировать поставленную задачу и выбрать пути её решения;
- применять вышеперечисленные знания для проектирования и сопровождения программного обеспечения ОСРВ.
- производить отладку программ.

владеть:

- навыками применения интегрированных инструментальных средств для разработки и отладки программного обеспечения
- практическими навыками программирования с использованием операционных систем QNX6;
- способностью производить анализ диспетчеризуемости задач реального времени.

Перечисленные результаты образования являются основой для формирования следующих компетенций (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения основной образовательной программы (ОПОП ВО):

общепрофессиональных:

ОПК-2.1: Знает основные методы решения задач с использованием программных средств;

ОПК-11.1: Знает способы разработки программного обеспечения цифровых мехатронных устройств и робототехнических систем;

ОПК-14.3: Владеет навыками использования высокоуровневых ЯП.

профессиональных:

ПК-1.1: Способен изучать и анализировать научнотехническую информацию в области робототехники и мехатроники;

ПК-2.3: Владеет навыками отладки программного кода для изделий мехатроники и робототехники.

ПК-3.2: Способен к написанию программного кода для изделий мехатроники и робототехники с использованием языков программирования, определения и манипулирования данными;

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (з.е.)		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Объем учебной дисциплины (всего)	144 (4 з.е.)	-	144 (4 з.е.)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка дисциплины (всего) в том числе:	70	-	14
Лекции	28	-	6
Семинарские занятия	-	-	-
Практические занятия	42	-	8
Лабораторные работы	-	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-	-
Индивидуальное задание	-	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	38	-	121
Форма аттестации	экзамен	-	экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Определение и основные особенности, классы систем реального времени

Определение систем реального времени. Требования, предъявляемые к системам реального времени. Основные области применения систем реального времени. Аппаратурная среда систем реального времени. Основные понятия систем реального времени. Типы задач систем реального времени. Классы систем реального времени.

Тема 2. Архитектура систем реального времени

Основные параметры и механизмы операционных систем реального времени. Базовые концепции построения операционных систем реального времени. Монолитная архитектура. Модульная архитектура на основе микроядра. Объектная архитектура на основе объектов – микроядер.

Тема 3. Методы и средства обработки асинхронных событий

Обобщенная функциональная структура информационного тракта СРВ и устройства связи с объектом. Средства обработки асинхронных событий. Принципы функционирования интерфейса. Программное обеспечение интерфейса. Аппаратные средства интерфейса.

Тема 4. Управление задачами и оперативной памятью

Переключение контекста. Прерывания. Отображение адресного пространства программы на основную память. Функции операционной системы по управлению памятью.

Тема 5. Управление системными ресурсами

Однопроцессорная и распределенная архитектуры. Функции операционных систем в среде реального времени. Управление процессором и состоянием процесса. Стратегии выбора процесса.

Тема 6. Механизмы синхронизации и взаимодействия процессов

Переходные процессы в логических схемах. Гонки. Гонки по входу. Синхронизация процессов в системах реального времени. Критические секции. Семафоры. События.

Тема 7. Механизмы защиты ресурсов

Взаимные исключения. Предотвращение тупиков. Синхронизирующие объекты операционных систем. Сигналы.

Тема 8. Обмен информацией между процессами

Общие области памяти. Почтовые ящики. Каналы. Удаленный вызов процедур. Сравнение методов синхронизации и обмена данными

Тема 9. Операционные системы реального времени для интеллектуальных информационных систем

Обзор основных направлений развития операционных систем реального времени. Операционная система Spox. Операционная система Multiprox. Операционная система VCOS. Операционная система DEASY. Операционная система UNIX. Операционная система OSF/1 и DCE. Операционная система VAX/VMS. Операционная система реального времени OS-9. Операционная система VxWorks.

Тема 10. Сетевая операционная система реального времени QNX

Принципы построения CPB QNX. Архитектура системы QNX. Основные механизмы QNX для организации распределенных вычислений.

Тема 11. Методы программирования в реальном времени.

Последовательное программирование и программирование задач реального времени. Среда программирования. Структура программы реального времени. Параллельное программирование, мультипрограммирование и многозадачность.

Тема 12. Языки программирования реального времени

Требования к языкам программирования реального времени. Языки разработки для систем реального времени.

Тема 13. Программирование асинхронной и синхронной обработки данных

Обработка прерываний и исключений. Программирование операций ожидания. Внутренние подпрограммы операционной системы.

Приоритеты процессов и производительность системы. Тестирование и отладка.

Тема 14. Методика комплексного проектирования и отладки систем реального времени

Этапы проектирования и отладки систем реального времени. Основные этапы проектирования и отладки микропроцессорных и микроконтроллерных систем. Аппаратные средства поддержки проектирования и отладки систем реального времени. Логические анализаторы. Схемные эмуляторы. Эмуляторы ПЗУ.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1	Определение и основные особенности, классы систем реального времени	2	-	0,5
2	Архитектура систем реального времени	2	-	0,5
3	Методы и средства обработки асинхронных событий	2	-	0,5
4	Управление задачами и оперативной памятью	2	-	0,5
5	Управление системными ресурсами	2	-	-
6	Механизмы синхронизации и взаимодействия процессов	2	-	0,5
7	Механизмы защиты ресурсов	2	-	0,5
8	Обмен информацией между процессами	2	-	0,5
9	Операционные системы реального времени для интеллектуальных информационных систем	2	-	-
10	Сетевая операционная система реального времени QNX	2	-	0,5
11	Методы программирования в реальном времени	2	-	0,5
12	Языки программирования реального времени	2	-	0,5
13	Программирование асинхронной и синхронной обработки данных	2	-	0,5
14	Методика комплексного проектирования и отладки систем реального времени	2	-	0,5
Итого:		28	-	6

4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1	Установка QNX	4	-	1
2	Подготовка программы к выполнению в системе QNX	2	-	1
3	Процессы и потоки	6	-	1
4	Обмен сообщениями	6	-	1

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
5	Таймауты	6	-	1
6	Барьеры	6	-	1
7	Ждущие блокировки	6	-	1
8	Условные переменные	6	-	1
Итого:		42	-	8

4.5. Лабораторные работы

Не предусмотрены

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1	Определение и основные особенности, классы систем реального времени	работа с литературой	2	-	8
2	Архитектура систем реального времени	работа с литературой, подготовка отчетов	2	-	10
3	Методы и средства обработки асинхронных событий	работа с литературой, написание и отладка кода, подготовка отчетов	2	-	8
4	Управление задачами и оперативной памятью	работа с литературой, написание и отладка кода, подготовка отчетов	2	-	8
5	Управление системными ресурсами	работа с литературой, написание и отладка кода, подготовка отчетов	2	-	8
6	Механизмы синхронизации и взаимодействия процессов	работа с литературой, написание и отладка кода, подготовка отчетов	2	-	8
7	Механизмы защиты ресурсов	работа с литературой, написание и отладка кода, подготовка отчетов	2	-	8
8	Обмен информацией между процессами	работа с литературой, написание и отладка кода, подготовка отчетов	2	-	8
9	Операционные системы реального времени для интеллектуальных информационных систем	работа с литературой, написание и отладка кода, подготовка отчетов	4	-	12

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
10	Сетевая операционная система реального времени QNX	работа с литературой, написание и отладка кода, подготовка отчетов	4	-	10
11	Методы программирования в реальном времени	работа с литературой, написание и отладка кода, подготовка отчетов	4	-	9
12	Языки программирования реального времени	работа с литературой, написание и отладка кода, подготовка отчетов	2	-	8
13	Программирование асинхронной и синхронной обработки данных	работа с литературой, написание и отладка кода, подготовка отчетов	4	-	8
14	Методика комплексного проектирования и отладки систем реального времени	работа с литературой, написание и отладка кода, подготовка отчетов	4	-	8
Итого:			38	-	121

4.7. Курсовые работы/проекты

Не предусмотрены

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешение которых позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);
- технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;
- технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки;

– технологии модульного обучения, дающие возможность обеспечения гибкости процесса обучения, адаптации его к индивидуальным потребностям и особенностям обучающихся (применяются, как правило, при самостоятельном обучении студентов по индивидуальному учебному плану);

– технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие возможность создания оптимальных условий для развития интересов и способностей студентов, в том числе и студентов с особыми образовательными потребностями, что позволяет реализовать в культурно-образовательном пространстве университета идею создания равных возможностей для получения образования

– технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального содержания будущей профессиональной деятельности студентов (используются активные и интерактивные методы обучения) и т.д.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущим практические занятия в следующих формах:

- практические занятия;
- защита результатов практических занятий (устная форма).

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы контроля, позволяющие оценить результаты промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине, помещаются в приложении к рабочей программе в соответствии с «Положением о фонде оценочных средств».

Промежуточный контроль по результатам освоения дисциплины проходит в форме экзамена, который включает в себя ответ на теоретические вопросы.

Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице.

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.

хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. Древис Ю.Г., Технические и программные средства систем реального времени : учебник / Древис Ю. Г. - 2-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ, 2016. - 337 с. (Учебник для высшей школы) - ISBN 978-5-93208-199-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785932081990.html> (дата обращения: 14.03.2023). - Режим доступа : по подписке.
2. Кобылянский В.Г., Системы реального времени : учеб. пособие / Кобылянский В.Г. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2015. - 88 с. - ISBN 978-5-7782-2613-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778226135.html> (дата обращения: 14.03.2023). - Режим доступа : по подписке.
3. Турицын Ю.А., Системы реального времени : методическое пособие / Ю.А. Турицын, Б.Ф. Коньшин, И.С. Бондаренко, И.В. Баранникова. - М. : МИСиС. - 148 с. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : http://www.studentlibrary.ru/book/Misis_433.html (дата обращения: 14.03.2023). - Режим доступа : по подписке.
4. Прохоров Н.Л., Управляющие вычислительные комплексы для промышленной автоматизации : учеб. пособие / Н.Л. Прохоров и др.; под ред. Н.Л. Прохорова, В.В. Сюзева - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. - 372 с. (Информатика в техническом университете) - ISBN 978-5-7038-3521-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант

студента" : [сайт]. - URL :
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703835210.html> (дата обращения: 14.03.2023). - Режим доступа : по подписке.

б) дополнительная литература

1. Галатенко В.А., Мобильное программирование приложений реального времени в стандарте POSIX / Галатенко В.А. - М.: Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", 2016. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : http://www.studentlibrary.ru/book/intuit_149.html (дата обращения: 14.03.2023). - Режим доступа : по подписке.
2. Кёртен Р. Введение в QNX/Neutrino2. Руководство по программированию приложений реального времени в QNX Realtime Platform— СПб.: БХВ-Петербург, 2005. — 400 с., ил. — ISBN 5-94157-714-1. - Текст : электронный [сайт]. - URL : https://www.studmed.ru/kerten-r-vvedenie-v-qnx-neutrino2-rukovodstvo-po-programmirovaniyu-prilozheniy-realnogo-vremeni-v-qnx-realtime-platform_bed2841a280.html (дата обращения: 14.03.2023). - Режим доступа : свободный
3. Древш Ю.Г. Системы реального времени: технические и программные средства. Учебное пособие. -М.: МИФИ, 2010. 320 с. - Текст : электронный [сайт]. - URL : https://www.studmed.ru/drevs-yu-g-sistemy-realnogo-vremeni-tehnicheskie-i-programmnye-sredstva_031986af61c.html (дата обращения: 14.03.2023). - Режим доступа : свободный
4. Богачев, К. Ю. Операционные системы реального времени: материалы лекций/ К. Ю. Богачев. – М.: МГУ, 2000. – 100 с. - Текст : электронный [сайт]. - URL : https://www.studmed.ru/bogachev-kyu-operacionnye-sistemy-realnogo-vremeni_ee6c94e6a41.html (дата обращения: 14.03.2023). - Режим доступа : свободный
5. Мартин Дж. Программирование для вычислительных систем реального времени [Текст] / Мартин Дж. ; пер. с англ. В. П. Семиколенова; под ред. Д. Ю. Панова. - М. : Наука, 1975. - 359 с
6. Блэкман М. Проектирование систем реального времени [Текст] / М. Блэкман ; пер. с англ. Ф. Р. Выдры и В. М. Храпкина ; под ред. Е. К. Масловского. - М. : Мир, 1977. - 346 с.

в) методические указания

5. Конспект лекций по дисциплине «Операционные системы реального времени» для студентов по направлению подготовки «Мехатроника и робототехника» (электронное издание) / Составители: Д.О. Синепольский, В.В. Макогон – Луганск: изд-во ЛГУ им. В. Даля, 2023 – 145с.

6. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Операционные системы реального времени» (электронное издание) / Составители: Д.О. Синепольский, В.В. Макогон – Луганск: изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2023. – 29 с.

г) Интернет-ресурсы:

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Система программирования на языке высокого уровня C++	Code::Blocks (GNU C++ 4.x)	http://www.codeblocks.org/downloads
Система виртуальных машин	Oracle VirtualBox	https://www.virtualbox.org/wiki/Downloads
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Отображение файлов в формате PDF	Foxit Reader	https://www.foxitsoftware.com/downloads/FreeDownload
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx