

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор


(подпись)

« 31 »

03

20 23 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.06 Программное обеспечение робототехнических систем

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 15.04.06 «Мехатроника и робототехника»
(код и наименование направления подготовки)

Направленность (профиль) «Системы управления робототехническими комплексами»
(наименование профиля)

Программа: магистратура
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: очная
(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения:	Очная
Семестр(ы)	3
Общая трудоёмкость в з.е./часах	6,0/216
Контактная работа (час.), в том числе:	72
лекции (час.)	17
лабораторные работы (час.)	51
практические (семинарские) занятия (час.)	
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	90
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экзамен, 54

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Программное обеспечение робототехнических систем» составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника», направленность (профиль) – «Системы управления робототехническими комплексами» для 2023 года приёма по очной форме обучения.

Составитель:

доцент кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок»,

к.т.н., доцент


(подпись)

Лавшонок А.В.

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок».

Протокол от «07» 03 2023 года № 9.

Заведующий кафедрой


(подпись)

Розкаряка П.И.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена** учебно-методической комиссией ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Протокол от «23» 03 2023 года № 3

Председатель


(подпись)

Ткаченко С.Н.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании **выпускающей кафедры** «Электропривод и автоматизация промышленных установок».

Протокол от «____» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании **выпускающей кафедры** «Электропривод и автоматизация промышленных установок».

Протокол от «____» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы программной части реализации микропроцессорных систем мехатронных систем и робототехнических комплексов.

Цель дисциплины: формирование у студентов теоретической и практической базы методов и способов программирования микропроцессорных систем, которая позволит им решать практические задачи в их профессиональной деятельности, связанной с проектированием микропроцессорных систем управления технологическим оборудованием.

В результате освоения дисциплины студент должен знать:

- особенности программирования современных микропроцессорных систем управления включая программирование внешних периферийных модулей различными методами;

уметь:

- использовать полученную в результате обучения теоретическую и практическую базу для разработки и программирования микропроцессорных систем на базе однокристальных микроконтроллеров и на языке Си.

- разрабатывать программное обеспечение современных микропроцессорных систем с использованием операционных систем реального времени;

- использовать полученные знания при решении практических задач по программированию микропроцессорных систем управления;

- осуществлять эксплуатацию и техническое обслуживание мехатронных и робототехнических систем в соответствии с действующими правилами;

владеть:

- навыками проведения испытания и ремонта мехатронных и робототехнических систем;

- навыками разработки и программирования микропроцессорных систем на базе однокристальных микроконтроллеров и на языке Си при решении практических задач по реализации программного кода систем управления.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

ПК-3: Способность эксплуатировать и проводить ремонт мехатронных и робототехнических систем и их элементов

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока дисциплин учебного плана ГОУВПО "Донецкий национальный технический университет" подготовки бакалавра по

направлению 15.04.06 «Мехатроника и робототехника», направленность (профиль) «Системы управления робототехническими комплексами».

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: «Специальные разделы теории автоматического управления», «Цифровое регулирование в электромеханических системах».

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при выполнении научно-исследовательской работы и прохождении государственной итоговой аттестации

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ. (Семина.)	Лабор.	СРС
Тема 1. Вводные положения. Цели и задачи курса	17	2			15
Тема 2. Анализ и оптимизация алгоритмов управления микропроцессорными системами	28	3		10	15
Тема 3. Назначение, функции и область применения операционные системы реального времени встраиваемых систем	28	3		10	15
Тема 4. Программная реализация систем управления на базе FreeRTOS микроконтроллеров AVR	28	3		10	15
Тема 5. Программирование микроконтроллеров семейства ARM с использованием стандартных библиотек периферии микроконтроллеров ARM семейства STM32.	28	3		10	15
Тема 6. Работа с FreeRTOS микроконтроллеров ARM семейства STM32	29	3		11	15
Контактная работа (дополнительная)	4				
Курсовая работа (проект)					
Итого по видам занятий	162	17		51	90
Контроль	54				
Итого:	216				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ПК-3	Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6

3.2. Лекции

Тема 1. Вводные положения. Цели и задачи курса.

Содержание темы 1:

Введение. Требования к программному обеспечению встраиваемых микропроцессорных систем.

Литература к теме 1: [[1](#),[2](#),[3](#),[4](#),[5](#),[6](#)]

Тема 2. Анализ и оптимизация алгоритмов управления микропроцессорными системами.

Содержание темы 2:

Формирование оптимальных алгоритмов и программного обеспечения встраиваемых микропроцессорных систем с учетом особенности архитектуры микроконтроллеров. Разработка безопасных алгоритмов и программ.

Литература к теме 2: [[1](#),[2](#),[3](#),[4](#),[5](#),[6](#)]

Тема 3. Назначение, функции и область применения операционные системы реального времени встраиваемых систем.

Содержание темы 3:

Необходимость применения операционных систем реального времени. Какие виды операционных систем реального времени. Понятие «Задача» и «Сопрограмма». Функции планировщика задач. Виды многозадачности. Приоритеты задач операционных систем реального времени.

Литература к теме 3: [[1](#),[2](#),[3](#),[4](#),[5](#),[6](#)]

Тема 4. Программная реализация систем управления на базе FreeRTOS мик-роконтроллеров AVR.

Содержание темы 4:

Особенности установки операционной системы реального времени FreeRTOS для микроконтроллеров AVR. API функции FreeRTOS. Построение программ управления большим числом объектов автоматизации при помощи FreeRTOS. Ограничения на использование FreeRTOS для управления технологическими процессами.

Литература к теме 4: [[1](#),[2](#),[3](#),[4](#),[5](#),[6](#)]

Тема 5. Программирование микроконтроллеров семейства ARM с использованием стандартных библиотек периферии микроконтроллеров ARM семейства STM32.

Содержание темы 5:

Структурная схема микроконтроллеров семейства ARM, распределение памяти, регистры общего назначения и регистры ввода/вывода. Основные функциональные блоки и периферийные модули микроконтроллеров STM32.

Литература к теме 5: [[1](#),[2](#),[3](#),[4](#),[5](#),[6](#)]

Тема 6. Работа с FreeRTOS микроконтроллеров ARM семейства STM32.

Содержание темы 6:

Особенности установки операционной системы реального времени FreeRTOS для микроконтроллеров STM32. API функции FreeRTOS. Построение программ управления большим числом объектов автоматизации при помощи FreeRTOS.

Литература к теме 6: [[1](#),[2](#),[3](#),[4](#),[5](#),[6](#)]

3.3. Практические (семинарские) занятия

В соответствии с учебным планом дисциплины «Программная реализация микропроцессорных систем» практические (семинарские) занятия не предусмотрены.

3.4. Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час. очн/ заочн/ очн- заочн	Литература
1	Анализ и оптимизация алгоритмов управления микропроцессорными системами	10	[6 , 7]
2	Назначение, функции и область применения операционные системы реального времени встраиваемых систем.	10	[6 , 7]
3	Программная реализация систем управления на базе FreeRTOS микроконтроллеров AVR	10	[6 , 7]
4	Программирование микроконтроллеров семейства ARM с использованием стандартных библиотек периферии микроконтроллеров ARM семейства STM32	10	[6 , 7]
5	Работа с FreeRTOS микроконтроллеров ARM семейства STM32.	11	[6 , 7]
Итого:		51	

3.5. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала	30
2	Подготовка к практическим занятиям	-
3	Подготовка к лабораторным работам	60
4	Выполнение курсового проекта	-
5	Выполнение курсовой работы	-
6	Выполнение индивидуального задания	-
ИТОГО:		90

3.6. Индивидуальное задание, курсовой проект (работа)

В соответствии с учебным планом дисциплины «Программное обеспечение робототехнических систем» индивидуального задания и курсовой проект не предусмотрены.

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1. Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой опыт.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;
- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;
- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

1. Поясните известные Вам способы построения программ управления большим кол-вом объектов.
2. Поясните особенности управления символьными жидкокристаллическими дисплеями. Каковы обязательные этапы при работе с такими индикаторами.
3. Поясните необходимость применения операционных систем реального времени. Какие виды операционных систем реального времени вам известны?
4. Каковы функции планировщика операционных систем реального времени? Поясните алгоритм функционирования планировщика задач.
5. Что такое приоритеты задач операционных систем реального времени. Поясните известные Вам виды многозадачности.
6. Что такое системный тик операционной системы реального времени? Ис-ходя из каких принципов выбирается частота следования системных тиков операционных систем реального времени?
7. В чем состоит отличие «Задачи» от «Сопрограммы» операционных систем реального времени?
8. Опишите возможные состояния «Задачи» операционной системы реального времени FreeRTOS.
9. Что такое API функции управления задачами операционной системы реального времени FreeRTOS
10. Опишите проблемы организации управления одним объектом разными «задачами». Какие способы решения этих проблем в среде FreeRTOS Вам известны?
11. Что такое мьютекс и как его использовать? Приведите примеры.
12. Понятие «очередей» FreeRTOS. В каких случаях и почему в FreeRTOS необходимо использовать очереди, а не глобальные переменные?
13. Опишите отличительные особенности архитектурные отличия процессоров x86 (набор команд CISC) и ARM (набор команд RISC)
14. Какие виды микроконтроллеров серии Cortex Вам известны? Каково их назначение?
15. Опишите особенности шинной архитектуры микроконтроллеров серии Cortex-M3
16. Опишите назначение и основные возможности таймера SysTick микроконтроллеров серии STM32.

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

Программа:	магистратура
	(бакалавриат, специалитет, магистратура)
Направление подготовки (специальность):	15.04.06 «Мехатроника и робототехника»
	(код, название)
Направленность (профиль):	Системы управления робототехническими комплексами
	(название)
Семестр:	3
Учебная дисциплина:	Программная реализация микропроцессорных систем

БИЛЕТ №1

1. Каковы функции планировщика операционных систем реального времени? Поясните алгоритм функционирования планировщика задач.
2. Опишите отличительные особенности архитектурные отличия процессоров x86 (набор команд CISC) и ARM (набор команд RISC)

Утверждено на заседании кафедры Электропривод и автоматизация промышленных установок

(наименование кафедры полностью)

Протокол	№ ____ от _____.20__г..	
Зав. кафедрой		Розкаряка П.И.
	(подпись)	(Ф.И.О.)
Экзаменатор		Лавшонок А.В.
	(подпись)	(Ф.И.О.)

4.3 Критерии оценивания

Средствами оценивания являются:

- выполнение лабораторных работ;
- защита отчётов по лабораторным работам;

Необходимое условие зачёта для студентов очной формы обучения (60 баллов): выполнение и защита отчетов по лабораторным работам.

Бонусные баллы: дополнительные опросы на лабораторных работах – до 2 баллов за опрос.

Выполнение всех лабораторных работ, предусмотренных учебно-методической картой дисциплины является обязательным.

Защита лабораторных работ, проводится в виде собеседования.

Текущий контроль знаний студентов производится по результатам выполнения лабораторных работ, индивидуального задания, во время контрольных опросов в ходе проведения занятий.

Пример текущего опроса на лабораторных работах

На примере темы «Программная реализация систем управления на базе FreeRTOS микроконтроллеров AVR»:

1. Опишите возможные состояния «Задачи» операционной системы реального времени FreeRTOS?
2. В чем состоит отличие «Задачи» от «Сопрограммы» операционных систем реального времени?
3. Что такое системный тик операционной системы реального времени?

Ответы на вопросы входного контроля учитываются преподавателем в результатах текущего контроля работы студента.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	Удовлетворительно
60-69	E	
35-59	FX	Неудовлетворительно
0-34	F*	

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

4.4 Пример текущего опроса на практических (семинарских) занятиях и лабораторных работах

Учебным планом практические занятия не запланированы

4.5 Курсовое проектирование

Учебным планом курсовое проектирование не запланировано

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I Основная литература

1. Водовозов А.М. Микроконтроллеры для систем автоматики [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Водовозов А.М.— Электрон. текстовые данные.— Москва: Инфра-Инженерия, 2016.— 164 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/51727.html>.— ЭБС «IPRbooks» — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Огородников И.Н. Микропроцессорная техника. Введение в Cortex-M3 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Огородников И.Н.— Электрон. текстовые данные.— Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015.— 116 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68351.html>.— ЭБС «IPRbooks» — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Белов А.В. Микроконтроллеры AVR [Электронный ресурс]: от азов программирования до создания практических устройств/ Белов А.В.— Электрон. текстовые данные.— Санкт-Петербург: Наука и Техника, 2016.— 544 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60654.html>.— ЭБС «IPRbooks» — Режим доступа: для авторизир. пользователей

II Дополнительная литература

4. Практическое руководство по программированию STM-микроконтроллеров [Электронный ресурс]: учебное пособие/ С.Н. Торгаев [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2015.— 111 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55205.html>.— ЭБС «IPRbooks». — Режим доступа: для авторизир. пользователей

5. Липаев В.В. Надежность и функциональная безопасность комплексов программ реального времени (для магистров) [Электронный ресурс]/ Липаев В.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2015.— 207 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27295.html>.— ЭБС «IPRbooks» — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

6. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Программное обеспечение робототехнических систем" / Лавшонок А.В., - Донецк, ДонНТУ, 2017 – 10с. (доступ через личный кабинет студента).

7. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине "Программное обеспечение робототехнических систем" / Лавшонок А.В., - Донецк, ДонНТУ, 2017 – 12 с. (доступ через личный кабинет студента).

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.org/library>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционные занятия:

Учебная лаборатория №8.205а учебный корпус 8 для проведения занятий лекционного типа групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: 3,2Ghz/1Gb (ОС - Windows 7 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 3.3.0.4 (бесплатная версия), Google Slides (бесплатная версия), мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, столы аудиторные, стулья ученические).

2. Лабораторные работы:

Специализированная лаборатория №8104 учебный корпус 8 для проведения лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированное оборудование:

программируемый логический контроллер Modicon Premium, программируемый логический контроллер Modicon Twido, ПЧ Altivar 71, двигатель 550 Вт. Компьютеры P-4-3,0 iP4-3,0Ghz/O3Y512Mb/80Gb, (ОС - Windows XP Professional x86 и Windows 7 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 3.3.0.4 (бес-платная версия); программное обеспечение: для работы с ПЧ фирмы Schneider Electric – SoMove (FDT Standalone) V2.8.3), ATV71 Communication parameters manuals (бесплатная версия); специализированная мебель: доска аудиторная, столы аудиторные, стулья ученические; демонстрационные стенды и плакаты.

3. Самостоятельная работа:

Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС- Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0/ Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3/ Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL).