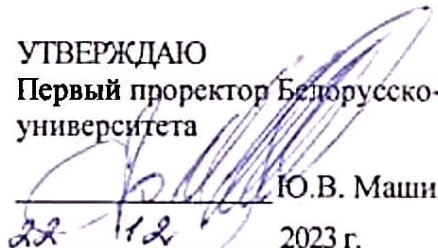


Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор Белорусско-Российского  
университета

  
Ю.В. Машин  
22 12 2023 г.

Регистрационный № УД-50306/Б.1.В.У.Р.

**МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ  
РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Направление подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника»

Направленность (профиль) Робототехника и робототехнические системы: разработка и применение

Квалификация бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	4
Семестр	8
Лекции, часы	22
Лабораторные занятия, часы	22
Зачет, семестр	8
Контактная работа по учебным занятиям, часы	44
Самостоятельная работа, часы	64
Всего часов / зачетных единиц	108 / 3

Кафедра-разработчик программы: «Электропривод и АПУ»

Составитель: О. А. Капитонов, старший преподаватель

Могилев, 2023

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки по направлению подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» № 1046 от 17.08.2020 г., учебным планом рег. №150306-2, утвержденным 28.04.2023 г.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Электропривод и АПУ»  
2 октября 2023 г., протокол № 2

Зав. кафедрой  Коваль А.С.

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом  
Белорусско-Российского университета

20. 12. 2023 г., протокол № 3.

Зам. председателя  
Научно-методического совета

 С. А. Сухоцкий

Рецензент:

Александр Васильевич Яровой, директор УЧПП «Инвестпрограмма»


Рабочая программа согласована:

Зав. кафедрой «Технология машиностроения»  В.М. Шеменков

Ведущий библиотекарь



Начальник учебно-методического  
отдела

 О. Е. Печковская

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### 1.1. Цель учебной дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Микропроцессорные устройства управления робототехнических систем» является углубленное изучение наиболее важных вопросов современного развития микропроцессорных систем и их использования в робототехнике.

### 1.2. Планируемые результаты изучения дисциплины

Студент, изучивший дисциплину, должен

**знать:**

- назначение, принцип действия, структуру и функциональные особенности микропроцессоров и других элементов микропроцессорных систем;
- классификацию микропроцессоров и архитектурные особенности микропроцессорных контроллеров;
- структуру микропроцессорных систем управления, их аппаратную реализацию и состав программного обеспечения;
- методику проектирования микропроцессорных систем управления, расчёта и выбора микропроцессорных средств;
- теоретические основы и принципы действия систем автоматического управления с использованием микропроцессоров;
- особенности использования микропроцессоров в робототехнических системах;

**уметь:**

- пользоваться методикой проектирования микропроцессорных систем управления;
- анализировать и производить сравнительную оценку вариантов рассматриваемой системы с использованием микропроцессора;
- осуществлять программирование и отладку микропроцессорных систем управления;
- формулировать технические требования к микропроцессорным устройствам, используемым в робототехнических системах;

**владеть:**

- методами использования микропроцессоров в системах управления промышленных роботов.

### 1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина относится к Части Блока 1, формируемой участниками образовательных отношений (Элективные дисциплины).

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- 1 «Информатика» – устройство и принцип работы компьютера; основные языки программирования; разработка и составление алгоритмов;
- 2 «Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем» – устройство и принцип работы основных электронных приборов и логических элементов;
- 3 «Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике» – микропроцессорные системы.

Кроме того, знания, полученные при изучении дисциплины на лекционных и лабораторных занятиях, будут применены при прохождении преддипломной практики, а также при подготовке выпускной квалификационной работы и дальнейшей профессиональной деятельности.

## 1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
ПК-3	Способен проектировать и конструировать изделия детской и образовательной робототехники

## 2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

### 2.1 Содержание учебной дисциплины

Номер тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компетенций
1	Микропроцессорные системы управления	Назначение и особенности применения. Структура микропроцессорных систем управления. Реализация функций управления технологическим оборудованием. Централизованные, децентрализованные и комбинированные системы управлением. Расчёт и реализация цифровых регуляторов.	ПК-3
2	Аппаратное и программное обеспечение систем управления	Подключение к микропроцессорной системе устройств ввода и отображения информации. Реализация устройств сопряжения с датчиками и исполнительными механизмами. Алгоритмы и программы реализующих функций управления.	ПК-3
3	Проектирование микропроцессорных систем	Разработка аппаратной части микропроцессорных систем управления. Разработка вычислителя, памяти и элементов сопряжения с объектом управления. Расчет и выбор элементов устройств сопряжения с датчиками исполнительными механизмами. Последовательность разработки программного обеспечения. Языки программирования низкого уровня. Отладка микропроцессорных систем управления. Комплексная отладка. Аппаратные и программные средства отладки.	ПК-3
4	Микропроцессорные контроллеры для устройств управления	Особенности организации специализированных контроллеров. Состав периферийных устройств микроконтроллера и их использование в микропроцессорных системах управления. Программные средства микроконтроллеров.	ПК-3
5	Микропроцессорные устройства управления роботов	Функциональная и структурная схемы работа как объекта управления. Реализация функций управления в робототехнических системах. Микропроцессорные системы управления движением робота. Микропроцессорные системы управления рабочим органом робота.	ПК-3

6	Адаптивные системы управления промышленных роботов	Методы адаптивного управления. Программная, поисковая и аналитическая адаптация. Средства очувствления роботов. Микропроцессорные системы адаптивного управления роботами.	ПК-3
---	--	--	------

## 2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ недели	Лекции	Часы	Лабораторные занятия	Часы	Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний	Баллы (max)
Модуль 1							
1	Тема 1. Микропроцессорные системы управления	2	Л.р. № 1 Изучение архитектуры микроконтроллера и системы программирования.	2	4		
2	Тема 1. Микропроцессорные системы управления	2	Л.р. № 1	2	6	ЗИЗ ЗЛР	5 10
3	Тема 2. Аппаратное и программное обеспечение систем управления	2	Л.р. № 2 Разработка и отладка программы управления устройствами ввода-вывода	2	6		
4	Тема 2. Аппаратное и программное обеспечение систем управления	2	Л.р. № 2	2	6		
5	Тема 3. Проектирование микропроцессорных систем	2	Л.р. № 2	2	6	ЗИЗ ЗЛР	5 10
6	Тема 3 Проектирование микропроцессорных систем	2	Л.р. № 3 Разработка типовых программ управления.	2	6	ПКУ	30
Модуль 2							
7	Тема 4. Микропроцессорные контроллеры для устройств управления	2	Л.р. № 3	2	6		
8	Тема 4. Микропроцессорные контроллеры для устройств управления	2	Л.р. № 3	2	6	ЗИЗ ЗЛР	5 10
9	Тема 5. Микропроцессорные устройства управления роботов	2	Л.р. № 4 Разработка и отладка программы управления в реальном времени	2	6		
10	Тема 5. Микропроцессорные устройства управления роботов	2	Л.р. № 4	2	6		
11	Тема 6. Адаптивные системы управления промышленных роботов.	2	Л.р. № 4	2	6	ЗИЗ ЗЛР ПКУ ПА (зачёт)	5 10 30 40
	Итого за семестр	22		22	64		100

Принятые обозначения:

*Текущий контроль* –

ЗЛР – защита лабораторной работы;

ЗИЗ – защита индивидуального задания;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости;

ПА - Промежуточная аттестация.

Итоговая оценка в семестре определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Зачёт

Оценка	Зачтено	Не зачтено
Баллы	51–100	0–50

### 3. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия	Вид аудиторных занятий		Всего часов
		Лекции	Лабораторные занятия	
1	Традиционные	№1, №2, №4, №5		14
2	Мультимедиа	№3, №6		8
3	С использованием ЭВМ		Л.р. №1, №2, №3, №4,	22
	ИТОГО	22	22	44

### 4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Вопросы к зачёту	2
2	Индивидуальные задания к лабораторным работам	4
3	Контрольные вопросы для защиты лабораторных работ	4
4	Тестовые задания для диагностической работы	1

## 5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

### 5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
<b>Компетенция ПК-3. Способен проектировать и конструировать изделия детской и образовательной робототехники</b>			
<i>ИПК-3.1 Способен разрабатывать электрические схемы и выполнять расчёты электрических цепей аналоговых и цифровых электронных узлов робототехнических систем</i>			
1	Пороговый уровень	Изучение методов разработки электрических схем и расчёта электрических цепей аналоговых и цифровых электронных узлов робототехнических систем	Имеет понятие о разработке электрических схем и методах расчёта электрических цепей аналоговых и цифровых электронных узлов робототехнических систем
2	Продвинутый	Разработка электрических схем.	Умеет разрабатывать электрические

	уровень	Расчёт электрических цепей аналоговых и цифровых электронных узлов роботехнических систем в соответствии с техническим заданием	схемы и выполнять расчёты электрических цепей аналоговых и цифровых электронных узлов роботехнических систем в соответствии с техническим заданием
3	Высокий уровень	Разработка электрических схем различной степени сложности и расчёт электрических цепей	Владеет навыками разработки электрических схем различной степени сложности и методами расчёта электрических цепей
<i>ИПК-3.2 Способен выбирать элементную базу и проводить построение и расчёт монтажных и принципиальных схем</i>			
4	Пороговый уровень	Назначение и особенности применения микропроцессорных систем управления, структура, виды, реализация функций управления	Знает назначение, принцип действия, структуру и функциональные особенности микропроцессоров и других элементов микропроцессорных систем
5	Продвинутый уровень	Определение технических требований к микропроцессорным устройствам. Самостоятельный подбор элементной базы для рассматриваемого узла, используя рекомендации преподавателя	Умеет формулировать технические требования к микропроцессорным устройствам, используемым в робототехнических системах. Способен выбирать элементную базу через каталоги, представленные на специализированных сайтах, подбирать наиболее подходящее решение
6	Высокий уровень	Полностью самостоятельный анализ документации и подбор элементной базы для разрабатываемого устройства	Обладает глубокими знаниями в области микропроцессорной схемотехники. Умеет, опираясь на свои знания, подбирать компоненты разрабатываемого устройства. При выборе компонентов проводит глубокий анализ имеющихся в наличии выпускаемых различными производителями микросхем, обладающих различными характеристиками.
<i>ИПК-3.4 Способен разрабатывать макеты информационных, электромеханических, электрогидравлических, электронных и микропроцессорных модулей мехатронных и робототехнических систем</i>			
7	Пороговый уровень	Микропроцессорные модули в составе мехатронных и робототехнических систем. Разработка аппаратной части микропроцессорных систем управления.	Знает методику проектирования микропроцессорных систем управления, расчёта и выбора микропроцессорных средств, особенности использования микропроцессоров в робототехнических системах
8	Продвинутый уровень	Разработка типовых программ управления	Умеет осуществлять программирование и отладку микропроцессорных систем управления
9	Высокий уровень	Разработка макетов микропроцессорных модулей мехатронных и робототехнических систем	Владеет методами использования микропроцессоров в системах управления промышленных роботов.

## 5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства
<b>Компетенция ПК-3</b>	
Владеет навыками разработки электрических схем и методами расчёта электрических цепей	Вопросы к зачёту Индивидуальные задания к лабораторным работам Контрольные вопросы для защиты лабораторных работ
Обладает глубокими знаниями в области микропроцессорной схемотехники. Умеет, опираясь на свои знания, подбирать компоненты разрабатываемого устройства	Вопросы к зачёту Индивидуальные задания к лабораторным работам Контрольные вопросы для защиты лабораторных работ
Владеет методами использования микропроцессоров в системах управления промышленных роботов.	Вопросы к зачёту Индивидуальные задания к лабораторным работам Контрольные вопросы для защиты лабораторных работ

## 5.3 Критерии оценки лабораторных работ

В ходе проведения лабораторных работ студенты изучают теоретический материал, выполняют общее и индивидуальное задание к лабораторной работе.

Баллы, выставяемые на защите:

Лабораторные работы №1-4	
Индивидуальные задания	5 баллов – студент полностью выполнил индивидуальное задание. 3 балла – студент выполнил индивидуальное задание с ошибками. 0 баллов – студент не выполнил индивидуальное задание.
Ответы на контрольные вопросы	10 баллов – студент демонстрирует полное владение теоретическим материалом, правильно отвечает на контрольные вопросы по теме лабораторной работы. 5 баллов – студент усвоил учебно-программный материал, но недостаточно чётко и полно отвечает на вопросы. 0 баллов – студент не владеет материалом по теме лабораторной работы.

## 5.4 Критерии оценки тестовых заданий

Баллы	Показатели	Критерии
5	1. Полнота выполнения тестовых заданий; 2. Своевременность выполнения; 3. Правильность ответов на вопросы; 4. Самостоятельность при тестировании.	Выполнено 100 % заданий предложенного теста, в заданиях открытого типа дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос
4		Выполнено 80 % заданий предложенного теста, в заданиях открытого типа дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос; однако были допущены неточности в определении понятий, терминов и др.
3		Выполнено 60 % заданий предложенного теста, в заданиях открытого типа дан неполный ответ на поставленный вопрос, в ответе не присутствуют доказательные примеры, текст со стилистическими и орфографическими ошибками.
0-2		Выполнено 20 % заданий предложенного теста, на поставленные вопросы ответ отсутствует или неполный, допущены существенные ошибки в теоретическом материале (терминах, понятиях).



## 5.5 Критерии оценки зачёта

На зачёте студент должен ответить на 4 теоретических вопроса. Минимальное количество баллов на зачёте – 15, максимальное – 40.

Каждый из вопросов билета оценивается положительной оценкой до 10 баллов.

Ответы на вопросы оцениваются по следующим критериям:

10 баллов – глубокое, систематизированное и полное изложение теоретического материала по всем разделам учебной программы, точное использование научной терминологии, умение обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности. Студент даёт развёрнутый и чёткий ответ как на поставленный вопрос, так и на дополнительные вопросы, выходящие за пределы учебной программы.

9 баллов – глубокое, систематизированное и полное изложение теоретического материала по всем разделам учебной программы, точное использование научной терминологии, умение обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности. Студент даёт развёрнутый и чёткий ответ, как на поставленный вопрос, так и на дополнительные вопросы в объёме учебной программы.

8 баллов – глубокие, систематизированные и полные знания по всем поставленным вопросам в объёме учебной программы, точное использование научной терминологии, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы.

7 баллов – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает чётко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, делает выводы и способен разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности, в том числе и на дополнительные вопросы.

6 баллов – студент хорошо понимает пройденный материал, отвечает правильно, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, обосновывает выводы и разъясняет их, но допускает ошибки общего характера.

5 баллов – студент понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновать некоторые выводы, допускает ошибки общего характера.

4 балла – студент отвечает в основном правильно на поставленный вопрос, но чувствуется механическое заучивание материала, отсутствует логическая последовательность при изложении ответа, ответы на дополнительные вопросы дать не может.

3 балла – в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки.

Ниже 3 баллов – студент имеет общее представление о вопросе, ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьёзные ошибки, отсутствует техническая терминология, не может исправить ошибки с помощью наводящих вопросов.

## 6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

- изучение лекционного материала, предусматривающее проработку конспекта лекций и учебной литературы;
- подготовка к аудиторным занятиям;
- решение индивидуальных заданий;
- подготовка к зачёту.

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов хранится на кафедре.

Контроль самостоятельной работы является мотивирующим фактором образовательной деятельности студента. Контроль выполнения самостоятельной работы, отчёт по самостоятельной работе должны быть индивидуальными.

Критериями оценки результатов самостоятельной работы студента могут являться:

- уровень освоения студентом учебного материала;
- умение студента использовать теоретические знания при выполнении лабораторных работ;
- обоснованность и чёткость изложения ответа;
- оформление отчётов по лабораторным работам в соответствии с предъявляемыми в требованиями;
- сформированные компетенции в соответствии с целями и задачами изучения дисциплины «Микропроцессорные устройства управления робототехнических систем».

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Основная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Беккер, В. Ф. Технические средства автоматизации. Интерфейсные устройства и микропроцессорные средства : учебное пособие / В. Ф. Беккер. – 2-е изд. – Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2020. – 152 с. – (ВО: Бакалавриат). – ISBN 978-5-369-01198-0. – Текст : электронный. – Режим доступа: <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a>	Доп. Учебно-метод. объедин. вузов по образ. в обл. автоматиз. машиностроения (УМО АМ) в кач. уч. пособия для студ. высш. уч. зав., обуч. по спец. «Автоматизация технологических процессов и производств (химико-технологическая отрасль)», напр. подгот. «Автоматизированные технологии и производства»	<a href="https://znanium.com/catalog/product/1062242">https://znanium.com/catalog/product/1062242</a>
2	Гуров, В. В. Микропроцессорные системы : учебное пособие / В. В. Гуров. – Москва : ИНФРА-М, 2021. – 336 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – Режим доступа: <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a>	Допущено Учебно-метод. объединением по образ. в области прикладной информатики в кач. учебн. для студ. высш. уч. зав., обуч. по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика»	<a href="https://znanium.com/catalog/product/1140465">https://znanium.com/catalog/product/1140465</a>

### 7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Гусев, В. Г. Электротехника и микропроцессорная техника : Учебник / В. Г. Гусев, Ю. М. Гусев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2004. – 790 с.	—	3
2	Нарышкин, А. К. Цифровые устройства и микропроцессоры : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А. К. Нарышкин. – 2-е изд., стер. –	Рекомендовано учебным управлением МЭИ (Технический университет) в кач. уч. пособия для студентов ВУЗов	25

	М.: – Издательский центр «Академия», 2008. – 320 с.	радиотехнических специальностей	
1	Шишов, О. В. Программируемые контроллеры в системах промышленной автоматизации : учебник / О. В. Шишов. - М. : Инфра-М, 2020. – 365с. – (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011205-3.– Режим доступа: <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a>	Рек. ФГБОУ ВО Московский государственный технологический университет "СТАНКИН" в кач. учебн. для студ. вузов, обуч. по направл. подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»	<a href="https://znanium.com/catalog/product/1057224">https://znanium.com/catalog/product/1057224</a>
2	Шишов, О. В. Технические средства автоматизации и управления : учебное пособие / О. В. Шишов. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 396 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – Режим доступа: <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a>	Рек. в качестве учебника для студ. вузов, обучающихся по техн. направлениям подготовки (квалификация (степень) «бакалавр»)	<a href="https://znanium.com/catalog/product/1157118">https://znanium.com/catalog/product/1157118</a>

### 7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

1. <http://cdo.bru.by>
2. <http://eknigi.org>
3. <http://znanium.com>
4. <https://urait.ru/>

### 7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению конкретных видов учебных занятий, а также методических материалов к используемым в учебном процессе техническим средствам

#### 7.4.1 Методические рекомендации

1 Микропроцессорные устройства управления робототехнических систем. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов направления подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» дневной формы обучения / составитель А. В. Янкович – Могилев: Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования «Белорусско-Российский университет», 2023. – 45 с.

#### 7.4.2 Информационные технологии

Мультимедийные презентации по лекционному курсу:

Тема 3. Проектирование микропроцессорных систем

Тема 6. Адаптивные системы управления промышленных роботов.

#### 7.4.3 Перечень программного обеспечения, используемого в образовательном процессе

1. Система программирования Keil  $\mu$ Vision (*свободно распространяемое*) – лабораторные занятия №№1, 2, 3, 4

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории «404/2 », рег. № ПУЛ-4.503-404/2-23.