

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**

Институт машиностроения и автомобильного транспорта

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института ИМиАТ  
 А.И.Елкин  
« 29 » 06 2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ПРОГРАММИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В МЕХАТРОНИКЕ И РОБОТОТЕХНИКЕ»**

**направление подготовки**

**15.03.06 «Мехатроника и робототехника»**

**направленность (профиль) подготовки**

**«Мехатроника и робототехника в машиностроении»**

г. Владимир

2022 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ дисциплины

Целью освоения дисциплины «Программирование систем управления в мехатронике и робототехнике» является получение знаний о структуре программного обеспечения мехатронных и робототехнических систем, формирования навыков и компетенций разработки такого программного обеспечения.

Задачи:

- изучить классы программного обеспечения мехатронных и робототехнических систем, и их назначение;
- изучить особенности разработки программного обеспечения робототехнических систем;
- ознакомиться с распространенными средствами разработки программного обеспечения;
- освоить технологии проектирования, разработки и отладки программного обеспечения мехатронных и робототехнических систем.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Программирование систем управления в мехатронике и робототехнике» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции <i>(код, содержание индикатора)</i>	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-1. Способен выбирать и составлять модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники, использовать специализированные программные продукты для эмуляции и отладки процесса их работы.	<p>ПК-1.1 Знать алгоритмы составления и расчета моделей мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей.</p> <p>ПК-1.2 Уметь разрабатывать цифровые двойники и цифровые тени элементов мехатронных и робототехнических систем на всех этапах жизненного цикла изделия.</p> <p>ПК-1.3 Владеть технологией моделирования мехатронных и робототехнических систем программными средствами.</p>	Знать методику составления математических моделей мехатронных и робототехнических систем, их информационно-управляющих подсистем и отдельных модулей. Уметь использовать специализированные программные продукты для моделирования систем управления и применять их для анализа работы проектируемых мехатронных модулей. Владеть методикой программного моделирования мехатронных и робототехнических систем.	Презентации на практических занятиях
ПК-2. Способен использовать прикладные пакеты программ для разработки управляющих программ на языках высокого уровня для мехатронных и робототехнических систем.	<p>ПК-2.1 Знать методику разработки программ на языках программирования высокого уровня.</p> <p>ПК-2.2 Уметь разрабатывать управляющие программы для мехатронных и робототехнических систем.</p> <p>ПК-2.3 Владеть методами использования прикладных пакетов программ для разработки</p>	<p>Знать методы разработки программного обеспечения для мехатронных и робототехнических систем.</p> <p>Уметь разрабатывать управляющие программы для систем управления.</p> <p>Владеть навыками программирования микропроцессоров и микроконтроллеров.</p>	Отчёты по лабораторным работам

Продолжение таблицы

	управляющих программ для мехатронных и робототехнических систем.		
--	--	--	--

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц. 180 часов

##### Тематический план форма обучения - очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической		
1	Раздел 1. Основные понятия и определения программного обеспечения в мехатронике и робототехнике. Тема 1. Основы разработки программного обеспечения.	8	1	2	-	-	-	-	
2	Тема 2. Постановка задачи программирования.	8	1	-	-	-	-	-	
3	Тема 3. Состав и описание языков.	8	2	2	-	-	-	8	
4	Тема 4. Программирование моделей.	8	2	-	-	-	-	-	
5	Раздел 2. Языки программирования роботов. Тема 1. Низкоуровневые и высокоуровневые языки программирования.	8	3	2	-	4	2	8	
6	Тема 2. Основы автоматизации программирования.	8	3	-	-	-	-	-	1-й рейтинг-контроль
7	Тема 3. Автономное программирование роботов.	8	4	-	-	-	-	16	
8	Раздел 3. Основы алгоритмизации. Тема 1. Основы алгоритмизации и структуризации программного обеспечения роботов.	8	4	2	-	-	-	8	
9	Тема 2. Описание алгоритмов на языках программирования.	8	5	2	-	4	2	14	
10	Раздел 4. Сети и интерфейсы. Тема 1. Промышленные сети и интерфейсы.	8	6	2	-	-	-	16	2-й рейтинг-контроль
11	Тема 2. Физические интерфейсы промышленных сетей.	8	6	-	-	-	2	-	
12	Тема 3. Основы построения сетевых протоколов.	8	7	2	-	-	-	20	
13	Раздел 5. Программируемые логические контроллеры в	8	7	-	-	2	-	-	

Продолжение таблицы

	мехатронике Тема 1. Общие сведения о программировании ПЛК.								
14	Тема 2. Управление робототехническими системами с помощью ЭВМ.	8	8	2	-	-		16	
15	Тема 3. Основы программирования в CODESYS.	8	9	2	-	4	-	18	
16	Тема 4. Основы программирования Arduino.	8	9	-	-	4	-	20	3-й рейтинг-контроль
Всего за 1 -й семестр:				18	-	18		144	
Наличие в дисциплине КП/КР				-	-	-	-		
Итого по дисциплине				18	-	18	-	144	Зачет

**Содержание лекционных занятий по дисциплине «Программирование систем управления в мехатронике и робототехнике»**

Раздел 1. Основные понятия и определения программного обеспечения в мехатронике и робототехнике.

Тема 1. Основы разработки программного обеспечения.

Содержание темы.

Общие концепции разработки программного обеспечения.

Тема 2. Постановка задачи программирования.

Содержание темы.

Основные этапы разработки систем управления История появления и обзор существующих языков программирования, применяемых мехатронных и робототехнических системах.

Тема 3. Состав и описание языков.

Содержание темы.

Структура и способы описания языков программирования высокого уровня.

Понятие языка программирования. Компилируемые и интерпретируемые языки программирования.

Тема 4. Программирование моделей.

Содержание темы.

Использование объектно-ориентированного подхода для реализации моделей робототехнических систем. Различная степень детализации компьютерных моделей, обзор вычислительных методов для моделирования.

Раздел 2. Языки программирования роботов.

Тема 1. Низкоуровневые и высокоуровневые языки программирования.

Содержание темы.

Обзор основных способов программирования роботов и языков описания оборудования: история, применение.

Тема 2. Основы автоматизации программирования.

Содержание темы.

Обзор сред для разработки ПО.

Тема 3. Автономное программирование роботов.

Содержание темы.

Способы, средства и системы автономного программирования в мехатронике.

Раздел 3. Основы алгоритмизации.

Тема 1. Основы алгоритмизации и структуризации программного обеспечения роботов.

Содержание темы.

Принципы построения алгоритмических языков и трансляторов. Понятие последовательно выполняемого алгоритма.

Тема 2. Описание алгоритмов на языках программирования.

Содержание темы.

Линейные вычислительные алгоритмы. Алгоритмы с ветвлением. Вспомогательные алгоритмы и процедуры.

Раздел 4. Сети и интерфейсы.

Тема 1. Промышленные сети и интерфейсы.

Содержание темы.

Общие сведения о промышленных сетях. Специфика применения сетей для промышленной автоматизации

Тема 2. Физические интерфейсы промышленных сетей.

Содержание темы.

Интерфейсы RS-485, RS-422 и RS232. Протоколы промышленных сетей на базе Ethernet-технологий.

Тема 3. Основы построения сетевых протоколов.

Содержание темы.

Сетевые протоколы CAN и Modbus. Протокол PROFIBUS.

Протоколы АСУТП на базе стандарта ETHERNET.

Раздел 5. Программируемые логические контроллеры в мехатронике.

Тема 1. Общие сведения о программировании ПЛК.

Содержание темы.

Связь среды программирования с ПЛК. Технология OPC. Основные принципы стандарта МЭК61 131-3.

Тема 2. Управление робототехническими системами с помощью ЭВМ.

Содержание темы.

Разделение низкоуровневой и высокоуровневой логики управления роботом между встроенными микроконтроллерами и центральными управляющими ЭВМ.

Тема 3. Основы программирования в CODESYS.

Содержание темы.

Комплекс CODESYS. Структура проекта в CODESYS. Компоненты организации программ.

Тема 4. Основы программирования Arduino.

Содержание темы.

Особенности типов переменных. Аппаратное обеспечение Arduino. Примеры написания программ и библиотек.

### **Содержание лабораторных занятий по дисциплине «Программирование систем управления в мехатронике и робототехнике»**

Раздел 2. Языки программирования роботов.

Тема 1. Низкоуровневые и высокоуровневые языки программирования.

Содержание практических/лабораторных занятий.

Изучение основных команд на языках программирования. Примеры программ.

Раздел 3. Основы алгоритмизации.

Тема 2. Описание алгоритмов на языках программирования.

Содержание практических/лабораторных занятий.

Изучение способов составления алгоритмов управления по анализу процесса роботизации.

Раздел 5. Программируемые логические контроллеры в мехатронике.

Тема 1. Общие сведения о программировании ПЛК.

Содержание практических/лабораторных занятий.

Изучение приёмов и способов логического программирования в мехатронике.

Тема 3. Основы программирования в CODESYS.

Содержание практических/лабораторных занятий.

Изучение основных приёмов программирования ПЛК.

Тема 4. Основы программирования Arduino.

Содержание практических/лабораторных занятий.

Изучение аппаратного программирования управления мехатронными устройствами.

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### 5.1. Текущий контроль успеваемости

#### *8 семестр*

##### *Рейтинг-контроль 1*

1. Основные этапы разработки систем управления.
2. Основные языки программирования роботов.
3. Роль языков программирования в разработке систем управления.
4. Сравнительный анализ языков программирования.
5. Основные понятия программирования.
6. Понятие объектно-ориентированного подхода.
7. Процедурные языки программирования.
8. Среды разработки программных алгоритмов управления роботами.
9. Программное обеспечение обработки сигналов с сенсоров.
10. Программное обеспечение управления исполнительными механизмами.
11. Применение обучаемого программного обеспечения в робототехнике.
12. Применение автоматного управления в робототехнике.
13. Программное обеспечение промышленных роботов.
14. Программное обеспечение моделирования окружающего пространства.
15. Программное обеспечение мультиагентной системы (команды роботов).

##### *Рейтинг-контроль 2*

1. Система программирования в G-кодах и ее применение сегодня.
2. Что называется алгоритмом?
3. Типы алгоритмов и правила их построения.
4. Составление алгоритмов управления роботами.
5. Программирование управляющих алгоритмов.
6. Промышленные сети в робототехнике.
7. Интерфейсы промышленных сетей.
8. Интерфейс RS-232.
9. Интерфейс R.S-485.
10. Сетевой протокол CAN.
11. Сетевой протокол Modbus.
12. Протокол PROFIBUS.
13. Протокол ControlNet.
14. Протоколы ETHERNET.
15. Критерии выбора протоколов.

##### *Рейтинг-контроль 3*

1. Дайте определение программируемого контроллера.
2. С помощью, каких средств может быть записана программа пользователя в ПЛК?
3. Назовите основные функциональные блоки аппаратного комплекса ПЛК.
4. Перечислите функциональное назначение блоков ПЛК.
5. Каков состав цикла работы ПЛК?
6. Как определяется время цикла ПЛК?
7. Для чего используется сторожевой таймер в структуре ПЛК?
8. Что такое режим реального времени?
9. Какой документ является регламентирующим развитие ПЛК?
10. Из каких частей состоит регламентирующий документ?
11. Какие языки программирования применяются для программирования ПЛК?
12. Какое программное обеспечение пишется на языке С для ПЛК?
13. Автоматизация производственных процессов в программном комплексе CODESYS.
14. Применение команд Arduino.

## 5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.

### 8 семестр

#### Зачёт

#### Вопросы для подготовки к зачёту

1. Роль программного обеспечения в робототехнических системах.
2. Связь программного обеспечения с применяемыми микропроцессорными системами.
3. Структура программного обеспечения робототехнической системы.
4. Программное обеспечение мехатронной системы.
5. Среды программирования роботов и мехатронных систем.
6. Жизненный цикл программного обеспечения роботов.
7. Проектирование программного обеспечения мехатронной системы и организация коллективной разработки.
8. Программное обеспечение для моделирования робототехнических систем.
9. Особенности программного обеспечения для управления исполнительными механизмами.
10. Математические модели манипуляторов и задачи управления движением
11. Управление с динамически изменяющимися параметрами.
12. Применение методов самонастройки алгоритмов управления.
13. Интерполяция управляющих сигналов.
14. Автоматное управление в мехатронных системах.
15. Программное обеспечение связи между оператором и манипулятором
16. Централизованные и распределенные модели управления робототехническими системами.
17. Интеллект робота.
18. Обучаемое программное обеспечение.
19. Логический уровень системы управления многокомпонентными робототехническими комплексами.
20. Представление системы управления как сети конечных автоматов.
21. Программирование управляющей сети.
22. Организация взаимодействия робота с оператором.

## 5.3. Самостоятельная работа обучающегося

1. Подходы к программированию робототехнических систем.
2. Последовательность действий по разработке функциональной структуры алгоритма приложения.
3. Структурное программирование.
4. Нисходящее проектирование ПО.
5. Модульное проектирование ПО.
6. Структурное кодирование.
7. Программная реализация системы автоматического управления мехатронного электропривода
8. Программная реализация следящей системы автоматического управления.
9. Математическое моделирование системы управления двухзвенным манипулятором.
10. Формирование траектории многокоординатного движения.
11. Методы управления, основанные на решении обратной задачи динамики.
12. Программирование движения мобильного робота по заданной траектории.
13. Программирование работы манипулятора.
14. Программирование взаимодействия независимых роботов для решения общей задачи.
15. Управление командой роботов.

Темы заданий на подготовку презентаций, в которые включаются вопросы, связанные с

практической подготовкой обучающихся к профессиональной деятельности.

Требования к подготовке презентации:

- презентация содержит текстовую и графическую информацию в объеме, необходимом для раскрытия темы, но не менее 8-ми и не более 20-ти слайдов;  
презентация должна быть подготовлена и представлена в назначенный срок в часы по расписанию занятий;
- по структуре презентация должна содержать: введение, научно-технический обзор по теме, основную часть и заключение, а также список заимствованных источников;
- в презентации приводятся корректные ссылки за заимствованные источники;
- оригинальные разработки необходимо выделить цветом и оформить в виде докладов на конференции или в виде публикаций.

Примеры ситуационных задач:

- предложить решения, направленные на программирование алгоритма дискретного управления роботом;
- предложить решения по программированию коррекции движения при наличии препятствия мобильными роботами;
- назовите современные программные средства, применяемые для программирования движения в мехатронных системах;
- что является целью программирования системы управления мехатронного модуля;
- предложить решения по программированию траекторного управления движением робота.

Требования к решению ситуационных задач:

- решения ситуационных задач следует излагать в устной форме во время лекционных и практических занятий;
- содержание решений ситуационных задач следует представлять в виде конкретных решений, направленных на достижение определенных целей;
- оценку решений ситуационных задач следует осуществлять с учетом креативности, мобильности и направленности мышления обучающихся;
- оценку решений ситуационных задач следует осуществлять, обращая особое внимание на объем и качество самостоятельной работы, выполненной обучающимся.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине, оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Наличие в электронном каталоге ЭБС	
Основная литература			
1. Лукинов. А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств : учебное пособие / А. П. Лукинов .— Санкт-Петербург : Лань, 2012 .— 605 с. : ил. + 1 электрон, опт. диск (CD-ROM) (80.8 Мб).— Учебники для вузов, Специальная литература).— Библиогр : с. 596-600 .— ISBN 978-5-8114-1166-5	2012	15	



2. Серебрянный В.В. Программирование промышленных роботов версии KRC4 на языке KRL : учебное пособие / Серебрянный В.В., Ермолов И.Л. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2019. — 56 с. — ISBN 978-5-7038-5292-7.	2019	ЭБС «IPRbooks», <a href="http://www.iprbookshop.ru/111277.html">http://www.iprbookshop.ru/111277.html</a> .
3. Данильченко С.В. Программирование ПЛК и промышленные сети. Программное обеспечение управления технологическими процессами : лабораторный практикум / Данильченко С.В., Хиврин М.В. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2020. — 139 с.	2020	ЭБС «IPRbooks», <a href="http://www.iprbookshop.ru/106731.html">http://www.iprbookshop.ru/106731.html</a> .
<b>Дополнительная литература</b>		
1. Медведев В.А. Системы управления электроприводами промышленных роботов : учебное пособие / Медведев В.А.. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 193 с. — ISBN 978-5-4497-1205-9.	2021	ЭБС «IPRbooks», <a href="http://www.iprbookshop.ru/108371.html">http://www.iprbookshop.ru/108371.html</a> .
2. Деменков Н.П. Программирование и конфигурирование промышленных сетей : учебное пособие / Деменков Н.П.. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010. — 116 с.	2010	ЭБС «IPRbooks», <a href="http://www.iprbookshop.ru/31176.html">http://www.iprbookshop.ru/31176.html</a> .

## 6.2. Периодические издания

1. Журнал РАН «Программирование».
2. Журнал «Автоматизация и Программирование».
3. Журнал «Мехатроника. Автоматика и Робототехника».

## 6.3. Интернет-ресурсы

1. myROBOT.ru — роботы, робототехника, микроконтроллеры, <https://myrobot.ru>
2. RoboGeek — все о роботах и робототехнике, обучение робототехнике, робототехника в России и в мире, промышленная робототехника в России, <http://www.robogeek.ru>
3. Лаборатория «Робототехника» — ФНБИК МФТИ. МИЭМ НИУ ВШЭ. МГТУ им. Н.Э. Баумана, <http://robofob.ru>
4. Roboforum.Ru — робофорум. <http://roboforum.ru>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины на кафедре АМиР имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического/лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Практические/лабораторные работы проводятся в ауд. 105-2. 106-2. 109-2.

Материально-техническое оснащение дисциплины включает:

- учебный робот «Паскаль»;
- учебные роботы «DOBOT»;
- компьютерный класс с доступом в Интернет;
- лицензионное программное обеспечение (MS Windows. MS Office, MS Visio. Matlab (Symulink)).

Рабочую программу составил:

доцент кафедры АМиР, к.т.н. \_\_\_\_\_



В.А. Немонтов

Рецензент

(представитель работодателя)

Начальник отдела электронных систем

ООО НПК «Автоприбор», к.т.н. \_\_\_\_\_



Р.В. Родионов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АМиР

Протокол № 16 от 28.06.2022 года

Заведующий кафедрой АМиР, профессор, д.т.н. \_\_\_\_\_



В.Ф. Коростелев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

на заседании учебно-методической комиссии направления 15.03.06

Протокол № 13 от 24 июня 2022 года

Председатель комиссии зав. каф. АМиР, профессор, д.т.н. \_\_\_\_\_



В.Ф. Коростелев

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20\_\_ / 20\_\_ учебный года  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_ / 20\_\_ учебный года  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_ / 20\_\_ учебный года  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_ / 20\_\_ учебный года  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_ / 20\_\_ учебный года  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_