

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Костромской государственный университет»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# **Средства и методы управления в технических системах**

*Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах*

*Направленность: Информационное и техническое обеспечение цифровых  
систем управления*

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Кострома  
2024

Рабочая программа дисциплины «Средства и методы управления в робототехнических системах» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом ФГОС ВО (утвержден приказом Минобрнауки России от 31.07.2020 г. № 871) и учебным планом по направлению подготовки 27.03.04 *Управление в технических системах*, профиль Информационное и техническое обеспечение цифровых систем управления (год начала подготовки - 2024).

Разработал: Смирнов Максим Александрович А., доцент кафедры АМТиТМ, к.т.н.

Рецензент: Изотов Владимир Анатольевич, доцент кафедры АМТиТМ, к.т.н., доцент

**ПРОГРАММА УТВЕРЖДЕНА:**

Заведующий кафедрой АМТиТМ:

Лапшин В.В., д.т.н., доцент

Протокол заседания кафедры №10 от \_14.05.2024 г.

**ПРОГРАММА ПЕРЕУТВЕРЖДЕНА:**

На заседании кафедры

Протокол заседания кафедры №\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

(ФИО), ученая степень, ученое звание

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель дисциплины:** формирование у студентов знаний, умений, навыков работы с современными робототехническими системами.

### **Задачи дисциплины:**

- формирование у студентов знаний средств и методов управления современными робототехническими комплексами;
- развитие у студентов навыков и умений производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем управления робототехническими комплексами, осуществлять сбор и анализ исходных данных, выбирать типовые средства автоматизации для построения систем управления робототехническими комплексами;
- приобретение студентами опыта работы с современными аппаратными и программными средствами управления техническими комплексами.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Освоить компетенцию ОПК-5 Способен решать задачи развития науки, техники и технологии в области управления в технических системах с учетом нормативно-правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности

Индикаторы освоенности компетенции:

ИОПК-5.1 знает средства и методы управления современными робототехническими системами;

ИОПК-5.2 Умеет производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем управления робототехническими комплексами;

ИОПК-5.3 владеет навыками работы с современными аппаратными и программными средствами управления техническими комплексами

Студент должен

### **знать:**

- принципы действия и функционирования систем управления робототехническими комплексами;
- основные средства и методы управления техническими комплексами;
- способы конструирования, методы расчета отдельных блоков и устройств систем управления робототехническими комплексами.

### **уметь:**

- выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем управления робототехническими комплексами;
- осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем управления техническими комплексами;
- рассчитывать и проектировать отдельные блоки и устройства систем управления робототехническими комплексами.

### **владеть:**

- навыками работы с современными аппаратными и программными средствами управления робототехническими комплексами;
- методами настройки, конфигурации, управления техническими комплексами;
- навыками расчета и проектирования отдельных блоков и устройств систем управления робототехническими комплексами;

- навыками сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования систем управления робототехническими комплексами.

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к обязательной части учебного плана. Изучается на 4 курсе очного обучения (7 семестр). Изучение дисциплины основывается на ранее освоенных дисциплинах/практиках: «Прикладная математика», «Физика», «Теория автоматического управления», «Технические средства измерений» («Техническое зрение и сенсоры в робототехнике»), «Микропроцессорная техника», «Основы алгоритмизации», «Моделирование систем и процессов», «Автоматизация управления» («Интеллектуальные системы управления»), «Информационные технологии в управлении»; практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности. Изучение дисциплины является основой для освоения последующих дисциплин/практик: «Автоматизированные системы управления техническими объектами» (междисциплинарный проект), преддипломная практика.

### 4. Объем дисциплины (модуля)

#### 4.1 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических (астрономических) часов и виды учебной работы

Виды учебной работы,	Очная форма	Очно-заочная	Заочная
Общая трудоемкость в зачетных единицах	2		
Общая трудоемкость в часах	72		
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	32		
Лекции	16		
Практические занятия	—		
Лабораторные занятия	32		
Практическая подготовка			
Самостоятельная работа в часах	23,75		
Форма промежуточной аттестации	Зачет		

#### 4.2 Объем контактной работы на 1 обучающегося (в часах)

Виды учебных занятий	Очная форма
Лекции	16
Практические занятия	—
Лабораторные занятия	32
Консультации	—
Зачет/зачеты	0,25
Экзамен/экзамены	—
Курсовые работы	—
Курсовые проекты	—
Всего	48,25

### 5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

#### 5.1. Тематический план учебной дисциплины

*Очная форма обучения*

№	Название раздела, темы	Всего час	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
			Лекц.	Пр акт	Лабор.	
1	Робототехнические комплексы как объекты управления	10	2		4	6
2	Математические модели роботов	10	2		4	6
3	Системы управления робототехническими комплексами	10	2		4	6
4	Методы управления робототехническими комплексами	14	4		6	6
5	Программирование движений робота	14	4		8	6
6	Выбор робототехнических комплексов	10	2		6	6
	Зачет	0,25+3,75				3,75
	<b>Итого:</b>	<b>72</b>	<b>16</b>		<b>32</b>	<b>39,75</b>

## 5.2. Содержание

### ***Раздел 1. Робототехнические комплексы как объекты управления***

Структура робототехнических комплексов. Варианты типовых компоновок. Состав и архитектура промышленных робототехнических комплексов. Классификация робототехнических комплексов. Основные свойства робототехнических комплексов как объектов управления.

### ***Раздел 2. Математические модели роботов***

Кинематическая, расширенная кинематическая и динамическая модель робота. Основные задачи динамики робототехнических систем. Способы повышения точности воспроизведения программных движений. Алгоритмы определения положения исполнительных механизмов и рабочих органов.

### ***Раздел 3. Системы управления робототехническими комплексами***

Классификация систем управления робототехническими комплексами. Основные принципы управления, реализуемые в приводах роботов. Системы программного, адаптивного, интеллектуального управления. Системы группового управления роботами.

### ***Раздел 4. Методы управления робототехническими комплексами***

Управление движением манипуляционных роботов. Разомкнутые и замкнутые системы управления роботами. Обобщенные законы управления движением для манипуляционных роботов. Алгоритмы параметрического синтеза и оптимизации программных движений.

Синтез корректирующих устройств и регуляторов исполнительной системы. Вычисление показателей качества исполнительной системы и отдельных приводов. Влияние периода квантования на устойчивость и динамическую точность робота.

### ***Раздел 5. Программирование движений робота***

Постановка задач управления движением мобильных роботов: движение по заданной кривой, по заданной траектории; перемещение в заданное положение. Автоматизация программирования элементарных движений робота на основе кинематических моделей. Автоматизация программирования движений робота на основе динамических моделей. Программирование движений роботов в соответствии с их собственными динамическими свойствами.

### ***Раздел 6. Выбор робототехнических комплексов***

Расчет и выбор основного и вспомогательного оборудования. Выбор и обоснование информационной системы промышленного робота (подсистема восприятия и контроля информации внешней среды и обработки поступающей от них информации; подсистема контроля состояния элементов робота; подсистема обеспечения техники безопасности).

## **6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины**

### **6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине**

№	Ра зд ел	Задание	Час ы	Методические рекомендации по	Форма контроля
1	Робототехни- ческие комплексы как объекты управления	Самостоятельное изучение тем: «Состав и архитектура промышленных робототехни- ческих комплексов»; «Классификация робо- тотехнических комплексов». Проработка лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе №1, оформление отчета, подготовка к защите. Выполнение домашнего задания по разработке алгоритма управления роботом.	6	Внимательно изучите материалы лекций, соответствующие разделы литературы [2- 4, 6, 7, 13].	Самоконтроль; защита лабораторных работ; проверка домашнего задания; контрольный опрос.
2	Математич еские модели роботов	Самостоятельное изучение тем: «Основные задачи динамики робототехнических систем»; «Способы по- вышения точности воспроизведения про- граммных движений». Проработка лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе №2, оформление отчетов, подготовка к защите. Выполнение домашнего задания по разработке алгоритма управления роботом.	6	Внимательно изучите материалы лекций, соответствующие разделы литературы [4, 5, 7, 11, 13].	Самоконтроль; защита лабораторных работ; проверка домашнего задания; контрольный опрос.
3	Системы управлен ия робото- техническ ими комплекс ами	Самостоятельное изучение тем: «Системы интеллектуального управления роботами»; «Системы группового управления роботами». Проработка лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе №3, оформление отчетов подготовка к защите. Выполнение домашнего задания по разработке алгоритма управления роботом.	6	Внимательно изучите материалы лекций, соответствующие разделы литературы [1- 4, 6-8, 10, 11-13, 15, 16].	Самоконтроль; защита лабораторных работ; проверка домашнего задания; контрольный опрос.

4	Методы управления робототехническими комплексами	Самостоятельное изучение тем: «Синтез корректирующих устройств и регуляторов исполнительной системы»; «Вычисление показателей качества исполнительной системы и отдельных приводов»; «Влияние периода квантования на устойчивость и динамическую точность робота». Проработка лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе №4, оформление отчетов, подготовка к защите. Выполнение домашнего задания по разработке алгоритма управления роботом.	6	Внимательно изучите материалы лекций, соответствующие разделы литературы [1, 4, 7-9, 11, 12, 14, 16].	Самоконтроль; защита лабораторных работ; проверка домашнего задания; контрольный опрос.
5	Программирование движений робота	Самостоятельное изучение темы: «Программирование движений роботов в соответствии с их собственными динамическими свойствами». Проработка лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе №5, оформление отчетов, подготовка к защите. Выполнение домашнего задания по разработке алгоритма управления роботом.	6	Внимательно изучите материалы лекций, соответствующие разделы литературы [2, 4, 7, 10, 11, 14].	Самоконтроль; защита лабораторных работ; проверка домашнего задания; контрольный опрос.
6	Выбор робототехнических комплексов	Самостоятельное изучение тем: «Алгоритмы формирования проектных решений по робототехнической системе»; «Разработка и выбор транспортно-технологических и структурно-компоновочных схем». Проработка лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе №6, оформление отчетов, подготовка к защите.	6	Внимательно изучите материалы лекций, соответствующие разделы литературы [1, 3, 4, 6, 7, 12, 14, 15].	Самоконтроль; защита лабораторных работ; проверка домашнего задания; контрольный опрос.
		Выполнение домашнего задания по разработке алгоритма управления роботом. Зачетное задание	3,7 5		Зачет
	<b>Итого:</b>		39,7 5		

## 6.2. Тематика и задания для лабораторных занятий

№	Тема работы	Методические указания
1	Изучение системы управления мобильной платформой. Подключение узлов и элементов схемы управления платформой.	[13]
2	Программирование алгоритмов получения информации от датчиков мобильной платформы. Реализация алгоритмов самоориентации платформы с помощью вспомогательных датчиков.	[13]
3	Программирование алгоритмов движения платформы по заданной траектории.	[13]
4	Способы управления и программирования робота «Optima-2». Изучение схемы управления роботом «Optima-2».	[14]
5	Программирование робота «Optima-2» в различных системах координат. Привязка к различным базисам.	[14]
6	Построение замкнутой системы управления роботом «Optima-2» с использованием датчиков обратной связи.	[14]

## 7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### а) основная:

1. Иванов А. А. Автоматизация технологических процессов и производств: учеб. пособие / А. А. Иванов. - М.: ИНФРА-М, 2018. - 224 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=946200&spec=1>.
2. Иванов А. А. Основы робототехники: учеб. пособие / А. А. Иванов. - М.: ИНФРА-М, 2018. - 223 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=939223&spec=1>.
3. Трофимов В. Б. Интеллектуальные автоматизированные системы управления технологическими объектами / В. Б. Трофимов, С. М. Кулаков. - М.: Инфра-Инженерия, 2016. - 232 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=760121&spec=1>.
4. Юревич Е. И. Основы робототехники: учеб. пособие / Е. И. Юревич. - СПб.: БХВ-Петербург, 2017. - 368 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=978555&spec=1>.

### б) дополнительная:

5. Афонин А. М. Теоретические основы разработки и моделирования систем автоматизации: учеб. пособие / А. М. Афонин, Ю. Н. Царегородцев и др. - М.: ИНФРА-М, 2014. - 192 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=424277&spec=1>.
6. Афонин В. Л. Интеллектуальные робототехнические системы: курс лекций / В. Л. Афонин, В. А. Макушкин. - М.: ИНТУИТ, 2005. - 208 с. [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=232978&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=232978&sr=1).
7. Булгаков А. Г. Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление: монография / А. Г. Булгаков, В. А. Воробьев. - М.: СОЛОН-Пресс, 2008. - 486 с. - Режим доступа: [http://bibliodub.m/index.php?page=book\\_red&id=117812&sr=1](http://bibliodub.m/index.php?page=book_red&id=117812&sr=1).
8. Денисенко В. В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием / В. В. Денисенко. - М.: Гор. Линия-Телеком, 2013. - 606 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=443651&spec=1>.
9. Игнатъев В. В. Программируемые контроллеры: учеб. пособие / В. В. Игнатъев и др. - Таганрог: Изд-во Южного федерального университета, 2016. - 137 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=989934&spec=1>.



10. Каляев И. А. Модели и алгоритмы коллективного управления в группах роботов: учеб. пособие / И. А. Каляев, А. Р. Гайдук, С. Г. Капустян. - М.: Физматлит, 2009. - 280 с. - Режим доступа: [http://bibliodub.ru/index.php?page=book\\_red&id=68414&sr=1](http://bibliodub.ru/index.php?page=book_red&id=68414&sr=1).

11. Предко М. Устройства управления роботами / М. Предко. - М.: ДМК Пресс, 2010. - 404 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=406841&spec=1>.

12. Рябов И. В. Автоматизированные информационно-управляющие системы: учеб. пособие / И. В. Рябов. - Йошкар-Ола: ПГТУ, 2015. - 200 с. - Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=439330](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=439330).

**в) методические указания:**

13. Установка по изучению мобильных роботизированных систем на базе мобильной платформы и робота-манипулятора: методические рекомендации по выполнению лабораторных работ. - Казань: ООО «Зарница - Инновации». - 2018. - 23 с. - Режим доступа:

<https://drive.google.com/drive/folders/1nK5ulRRrZZqEUKYef8AJ8gL4Ia26vvOP>.

14. Установка по изучению роботизированных систем на базе робота-манипулятора «Optima-2»: методические рекомендации по выполнению лабораторных работ. - Казань: ООО «Зарница - Инновации». - 2018. - 57 с. - Режим доступа: <https://drive.google.com/drive/folders/1yYTDQn-lWlMYDJwYrbdFm95jyJxi7wq>.

**г) периодические издания:**

15. Автоматизация и современные технологии. - Режим доступа: <http://ksu.edu.ru/nauchnaya-biblioteka/zhurnaly-mars.html>.

16. Автоматика и телемеханика. - Режим доступа: <http://ksu.edu.ru/nauchnaya-biblioteka/zhurnaly-mars.html>.

**Электронные библиотечные системы**

1. ЭБС «Лань». - Режим доступа: <https://elanbook.com>.

2. ЭБС «Университетская библиотека online». - Режим доступа: <https://biblioclub.ru>.

3. ЭБС «Znanium». - Режим доступа: <https://www.znanium.com>.

**8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», полезных для освоения дисциплины**

**Информационно-образовательные ресурсы**

1. Задачи по робототехнике. - Режим доступа: <http://karandashsamodelkin.blogspot.ru/>.

2. Мой робот. - Режим доступа: <http://www.myRobot.ru>.

3. Научно-учебный центр «Робототехника» МГТУ им. Н. Э. Баумана. - Режим доступа: <http://www.robot.bmstu.ru>.

4. Робототехника в России. - Режим доступа: <http://www.Robotics.ru>.

5. Робототехника: кибернетика, история робототехники, специализированные роботы, научные исследования. - Режим доступа: <http://www.roboticslib.ru>.

6. ЦНИИ робототехники и технической кибернетики. - Режим доступа: <http://www.rtc.ru>.

**9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Лекционная аудитория должна быть оснащена презентационным оборудованием (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран).

Лаборатория робототехники Б-101/2 располагает современными роботизированными установками (роботы-манипуляторы «Optima-2» и «Optima-1», мобильные роботизированные платформы), выпускаемыми ООО «Зарница - Инновации», и соответствующим программным обеспечением для реализации алгоритмов управления (лицензионное программное обеспечение не используется).