

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 01.06.2023 10:25:03  
Уникальный программный ключ:  
ca953a01204891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»**

**Инженерная академия**

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ПРОЕКТИРОВАНИЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

(наименование дисциплины/модуля)

**Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:**

### **27.04.04 УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

**Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):**

### **ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

**2023 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Проектирование робототехнических систем» входит в программу магистратуры «Искусственный интеллект и робототехнические системы» по направлению 27.04.04 «Управление в технических системах» и изучается в 1, 2 семестрах 1 курса. Дисциплину реализует Департамент механики и процессов управления. Дисциплина состоит из 3 разделов и 26 тем и направлена на изучение методов математического описания кинематики и динамики исполнительных механизмов робототехнических систем с древовидной кинематической структурой; методов управления движением исполнительного механизма робота с учетом характеристик приводов; методов программирования алгоритмов управления, выполняющихся в реальном времени.

Целью освоения дисциплины является получение знаний, умений, навыков и опыта деятельности в области проектирования робототехнических систем и математического описания их работы, характеризующих этапы формирования компетенций и обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Проектирование робототехнических систем» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

*Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)*

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
ОПК-3	Способен самостоятельно решать задачи управления в технических системах на базе последних достижений науки и техники	ОПК-3.1 Знает основные подходы к решению задач управления в технических системах; ОПК-3.2 Умеет применять основные подходы на базе последних достижений науки и техники к решению задач управления в технических системах; ОПК-3.3 Владеет методами решения задач управления в технических системах, основанных на последних достижениях науки и техники;
ОПК-4	Способен осуществлять оценку эффективности результатов разработки систем управления математическими методами	ОПК-4.1 Знает основные математические методы применяемые для оценки эффективности результатов систем управления; ОПК-4.2 Умеет применять математические методы для оценки эффективности результатов систем управления; ОПК-4.3 Владеет методами для проведения оценки эффективности результатов систем управления;
ОПК-5	Способен проводить патентные исследования, определять формы и методы правовой охраны и защиты прав на результаты интеллектуальной деятельности, распоряжаться правами на них для решения задач в развитии науки, техники и технологии	ОПК-5.1 Знает методы и подходы к проведению патентных исследований, формы и методы правовой охраны и защиты прав на результаты интеллектуальной деятельности; ОПК-5.2 Умеет распоряжаться правами на результаты интеллектуальной деятельности для решения задач в области развития науки, техники и технологии; ОПК-5.3 Владеет методами и подходами к проведению патентных исследований, знает методы правовой охраны и защиты прав на результаты интеллектуальной деятельности;
ОПК-7	Способен осуществлять обоснованный выбор, разрабатывать и реализовывать на практике схемотехнические, системотехнические и аппаратно-программные решения для систем	ОПК-7.1 Умеет разрабатывать и реализовывать на практике схемотехнические и системотехнические решения для систем автоматизации и управления; ОПК-7.2 Умеет разрабатывать аппаратно-программные решения для систем автоматизации и управления; ОПК-7.3 Владеет подходами для осуществления обоснованного выбора и реализации на практике

<b>Шифр</b>	<b>Компетенция</b>	<b>Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)</b>
	автоматизации и управления	схемотехнических, системотехнических и аппаратно-программных решений для систем автоматизации и управления;
ОПК-8	Способен выбирать методы и разрабатывать системы управления сложными техническими объектами и технологическими процессами	ОПК-8.1 Знает основные методы, применяемые для разработки систем управления сложными техническими объектами и технологическими процессами; ОПК-8.2 Умеет разрабатывать системы управления сложными техническими объектами и технологическими процессами; ОПК-8.3 Имеет навыки выбора методов и разработки систем управления сложными техническими объектами и технологическими процессами;
ОПК-9	Способен разрабатывать методики и выполнять эксперименты на действующих объектах с обработкой результатов на основе информационных технологий и технических средств	ОПК-9.1 Владеет современными информационными технологиями и техническими средствами для проведения экспериментов на действующих объектах; ОПК-9.2 Имеет навыки разработки методик и волнения экспериментов на действующих объектах; ОПК-9.3 Имеет навыки разработки методики и выполнения экспериментов на действующих объектах с обработкой результатов посредством информационных технологий;
ПК-1	Способен формулировать цели, задачи научных исследований в области искусственного интеллекта, выбирать методы и средства решения задач	ПК-1.1 Знает методы и средства решения задач научных исследований в области систем искусственного интеллекта и робототехнических систем; ПК-1.2 Умеет формулировать цель и задачи научных исследований в профессиональной области; ПК-1.3 Владеет приемами для формулировки цели и задач научных исследований, умеет выбирать методы и средства решения задач профессиональной деятельности;
ПК-3	Способен анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения	ПК-3.1 Умеет проводить анализ результатов теоретических и экспериментальных исследований; ПК-3.2 Умеет формулировать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить к публикации результаты научных исследований и формировать документы для подачи заявки на изобретение; ПК-3.3 Участвует в анализе результатов исследований, владеет навыками формулировки рекомендаций по совершенствованию устройств и систем, а также написания статей и подачи документов на регистрацию изобретений;
ПК-5	Способен производить сбор и анализ исходных информационных данных для разработки научно-технических проектов гражданской тематики	ПК-5.1 Знает основные принципы, методы и средства разработки математического и информационного обеспечения разрабатываемых научно-технических проектов гражданской тематики, знает методологию создания моделей, описывающих функционирование составных частей, изделий, комплексов и (или) систем гражданской тематики; знает средства автоматизации проектирования; ПК-5.2 Умеет осуществлять своевременный сбор и анализ информации о передовых технологических решениях для выявления наилучших параметров с последующим применением их в разработке тематической продукции; ПК-5.3 Умеет применять программные средства общего и специального назначения для интеллектуальной обработки полученных данных для цифрового моделирования и путей их применения;
ПК-6	Способен разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической	ПК-6.1 знает научные основы разработки стандартов и нормативной документации; порядок разработки, утверждения и внедрения стандартов, технических условий и другой нормативной документации; ПК-6.2 умеет разрабатывать новые и пересматривать действующие стандарты и нормативные документы; проводить нормоконтроль технической документации; ПК-6.3 Владеет навыками разработки стандартов и

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
	документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	нормативной документации; обработки экспериментальных данных и оценки точности измерений; оформления результатов измерений и нормативно-технической документации;

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Проектирование робототехнических систем» относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Проектирование робототехнических систем».

*Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины*

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ОПК-3	Способен самостоятельно решать задачи управления в технических системах на базе последних достижений науки и техники		Проектирование автоматизированных систем управления; Искусственные нейронные сети (Обучение с подкреплением);
ОПК-4	Способен осуществлять оценку эффективности результатов разработки систем управления математическими методами		Интеллектуальные информационные системы;
ОПК-5	Способен проводить патентные исследования, определять формы и методы правовой охраны и защиты прав на результаты интеллектуальной деятельности, распоряжаться правами на них для решения задач в развитии науки, техники и технологии		Научно-исследовательская; Технологическая практика;
ОПК-7	Способен осуществлять обоснованный выбор, разрабатывать и реализовывать на практике схемотехнические, системотехнические и аппаратно-программные решения для систем автоматизации и управления		Проектирование автоматизированных систем управления; Научно-исследовательская; Технологическая практика;
ОПК-8	Способен выбирать методы и разрабатывать		Искусственные нейронные сети (Обучение с

<b>Шифр</b>	<b>Наименование компетенции</b>	<b>Предшествующие дисциплины/модули, практики*</b>	<b>Последующие дисциплины/модули, практики*</b>
	системы управления сложными техническими объектами и технологическими процессами		подкреплением);
ОПК-9	Способен разрабатывать методики и выполнять эксперименты на действующих объектах с обработкой результатов на основе информационных технологий и технических средств		Проектирование автоматизированных систем управления; Искусственные нейронные сети (Обучение с подкреплением); Интеллектуальные информационные системы; Технологическая практика;
ПК-1	Способен формулировать цели, задачи научных исследований в области искусственного интеллекта, выбирать методы и средства решения задач		Технологическая практика; Искусственные нейронные сети (Обучение с подкреплением); Интеллектуальные информационные системы; Преддипломная практика;
ПК-3	Способен анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения		Научно-исследовательская; Технологическая практика; Преддипломная практика; Проектирование автоматизированных систем управления;
ПК-6	Способен разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам		Технологическая практика; Преддипломная практика; Проектирование автоматизированных систем управления;
ПК-5	Способен производить сбор и анализ исходных информационных данных для разработки научно-технических проектов гражданской тематики		Технологическая практика; Преддипломная практика; Проектирование автоматизированных систем управления;

\* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

\*\* - элективные дисциплины /практики

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Проектирование робототехнических систем» составляет «13» зачетные единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)	
			1	2
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	106		34	72
Лекции (ЛК)	53		17	36
Лабораторные работы (ЛР)	53		17	36
Практические/семинарские занятия (СЗ)	0		0	0
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	299		83	216
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	63		27	36
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ак.ч.</b>	<b>468</b>	<b>144</b>	<b>324</b>
	<b>зач.ед.</b>	<b>13</b>	<b>4</b>	<b>9</b>

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
Раздел 1	Математическое описание робототехнических систем с древовидной кинематической структурой	1.1	Введение. Основы теории графов.	ЛК, ЛР
		1.2	Описание кинематических структур исполнительных механизмов роботов, имеющих древовидную кинематическую структуру, с использованием теории графов	ЛК, ЛР
		1.3	Назначения связанных систем координат. Определение кинематических параметров исполнительного механизма в блочно-матричном виде.	ЛК, ЛР
		1.4	Кинематические выражения для древовидного исполнительного механизма, записанные в рекуррентном и в блочно-матричном виде.	ЛК, ЛР
		1.5	Динамические выражения для древовидного исполнительного механизма, записанные в рекуррентном и в блочно-матричном виде.	ЛК, ЛР
		1.6	Уравнения движения древовидного исполнительного механизма в пространстве обобщённых координат с учетом наложенных связей.	ЛК, ЛР
		1.7	Моделирование взаимодействия исполнительного механизма с окружающей средой.	ЛК, ЛР
		1.8	Формирование упрощенной динамической модели исполнительного механизма.	ЛК, ЛР
Раздел 2	Управление движением исполнительного механизма робота.	2.1	Передаточная функция сочленения робота с электроприводом	ЛК, ЛР
		2.2	Определение требуемых параметров привода исполнительного механизма по циклограмме его работы.	ЛК, ЛР
		2.3	Гидравлические приводы роботов. Элементы гидропривода: функциональное назначение, статические характеристики, обозначения на схемах.	ЛК, ЛР
		2.4	Объемное и дроссельное регулирование гидроприводов. Статические характеристики	ЛК, ЛР
		2.5	Динамические характеристики электрогидравлического следящего привода. Передаточная функция	ЛК, ЛР
		2.6	Субоптимальное по быстродействию управление. Управление манипулятором с переменной структурой. Нелинейное независимое программное управление	ЛК, ЛР
		2.7	Независимое программное управление движением по скорости, по ускорению, по силе	ЛК, ЛР
		2.8	Адаптивное управление движением исполнительного механизма робота	ЛК, ЛР
		2.9	Искусственный интеллект в задачах планирования траектории движения робота	ЛК, ЛР
Раздел 3	Программирование алгоритмов управления, выполняющихся в реальном времени	3.1	Иерархическая структура системы управления роботом.	ЛК, ЛР
		3.2	Основы программирования промышленных роботов-манипуляторов.	ЛК, ЛР
		3.3	Операционная система реального времени (ОСРВ). Архитектура ядра, диспетчеризация потоков в ОСРВ	ЛК, ЛР

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
		3.4	Связь между процессами в ОСРВ	ЛК, ЛР
		3.5	Службы синхронизации работы нескольких взаимодействующих потоков	ЛК, ЛР
		3.6	Планирование процессов в ОСРВ.	ЛК, ЛР
		3.7	Прерывания. Обработчики прерывания в ОСРВ	ЛК, ЛР
		3.8	Структура взаимодействия элементов программного комплекса по принципу клиент-сервер в ОСРВ.	ЛК, ЛР
		3.9	Разработка программного комплекса системы управления робототехнической системой. Разработка и отладка.	ЛК, ЛР

\* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – семинарские занятия.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Компьютерный класс	Компьютерный класс для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная персональными компьютерами (в количестве 15 шт.), доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Для самостоятельной работы	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	

\* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Рачков, М. Ю. Технические средства автоматизации : учебник для академического бакалавриата / М. Ю. Рачков. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 180 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-04428-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL:

<https://www.biblio-online.ru/bcode/437558>

2. Роботы и робототехника: лабораторный практикум [Текст/электронный ресурс] : Учебное пособие / Д.Б. Кулаков, Б.Б. Кулаков. - Электронные текстовые данные. - М. : Изд-во РУДН, 2018. - 121 с. : ил. - ISBN 978-5-209-07506-6 : 144.49.

3. Рачков, М. Ю. Пневматические системы автоматизации : учеб. пособие для бакалавриата и специалитета / М. Ю. Рачков. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 264 с. — (Серия : Бакалавр и специалист). — ISBN 978-5-534-09039-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/428924>

*Дополнительная литература:*

1. Фу, Р.Гонсалес, К.Ли Робототехника: учебник для вузов – М. «Мир», 1989. – 624 с.

2. М. Шахинпур Курс Робототехники: учебник для вузов /Под редС.Л. Зенкевича: М.: Мир, 1990. – 527с.

3. С.Л. Зенкевич, А.С. Ющенко Основы управления манипуляционными роботами: учебник для вузов. – 2-е изд., исправ. И доп. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004. – 480 с.

4. Математическое моделирование систем приводов роботов с древовидной кинематической структурой: Учебное пособие для вузов / Д.Б. Кулаков [и др.] М.: Изд-во «Рудомино», 2008. 64 с.

5. Д. Крейг Введение в робототехнику. Механика и управление. Изд-во Институт Компьютерных исследований, 2013. – 564 с.

*Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:*

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН

<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

- ЭБС «Троицкий мост»

2. Базы данных и поисковые системы

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации

<http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS

<http://www.elsevier.com/locate/scopus/>

*Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля\*:*

1. Курс лекций по дисциплине «Проектирование робототехнических систем».

\* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

## **8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система\* оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины

«Проектирование робототехнических систем» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

\* - ОМ и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН.

**РАЗРАБОТЧИК:**

Доцент

*Должность, БУП*

*Подпись*

Кулаков Дмитрий

Борисович

*Фамилия И.О.*

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:**

Директор ДМПУ

*Должность, БУП*

*Подпись*

Разумный Юрий

Николаевич

*Фамилия И.О.*

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:**

Профессор

*Должность, БУП*

*Подпись*

Разумный Юрий

Николаевич

*Фамилия И.О.*