

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 28 » июня 20 21 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Модели, методы и алгоритмы синтеза промышленных роботов на  
основе функциональных модулей

\_\_\_\_\_ (наименование)

**Форма обучения:** \_\_\_\_\_ очная

\_\_\_\_\_ (очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** \_\_\_\_\_ магистратура

\_\_\_\_\_ (бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_ 144 (4)

\_\_\_\_\_ (часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** \_\_\_\_\_ 15.04.06 Мехатроника и робототехника

\_\_\_\_\_ (код и наименование направления)

**Направленность:** \_\_\_\_\_ Интеллектуальная промышленная робототехника

\_\_\_\_\_ (наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование комплекса знаний, умений и навыков системного подхода к изучению моделей, методов и алгоритмов синтеза промышленных роботов на основе функциональных моделей.

Задачи учебной дисциплины:

1. Изучение принципов построения роботов и робототехнических систем.
2. Изучение методов анализа кинематических, динамических и точностных характеристик роботов и робототехнических систем в процессе их разработки.
3. Изучение принципов и алгоритмов проектирования роботов и робототехнических систем.
4. Формирование способности применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
5. Формирование навыков разработки конструкторской проектной документации механических сборочных единиц и деталей мехатронных и робототехнических систем.
6. Формирование умений выполнять расчетно-графические работы по проектированию информационных, электромеханических, электронных и микропроцессорных модулей мехатронных и робототехнических систем.
7. Формирование умений разрабатывать функциональные схемы.
8. Формирование умений проводить анализ устойчивости, точности и качества процессов управления.
9. Формирование умений проводить регулировочные расчеты - синтез алгоритмов управления и корректирующих устройств.
10. Формирование умений вести разработку алгоритмов и программных средств реализации корректирующих устройств.
11. Формирование умений проводить кинематические, прочностные расчеты, оценки точности механических узлов.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- модели, методы и алгоритмы синтеза промышленных роботов;
- функциональные модели промышленных роботов;
- современные инструментальные средства моделирования промышленных роботов.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.3	ИД-1ПК-2.3	Знать принцип работы, технические характеристики гибких производственных систем.	Знает принцип работы, технические характеристики гибких производственных систем	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.3	ИД-2ПК-2.3	Уметь разрабатывать необходимую документацию для формирования эскизного проекта элементов гибких производственных систем.	Умеет разрабатывать необходимую документацию для формирования эскизного проекта элементов гибких производственных систем	Курсовой проект
ПК-2.3	ИД-3ПК-2.3	Владеть навыками разработки вариантов конструкторских решений элементов гибких производственных систем.	Владеет навыками разработки вариантов конструкторских решений элементов гибких производственных систем	Отчёт по практическому занятию

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)	16	16	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)	36	36	
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
4-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Системный подход к проектированию промышленных роботов и робототехнических систем	6	4	6	30
Введение. 1. Сущность системного подхода к вопросам анализа и синтеза роботов и робототехнических систем. 2. Понятие системы и ее атрибуты. Особенности робота как системы, функции робота. 3. Структура робота в составе робототехнических систем. Энергетический и информационный потоки в работе. 4. Постановка задачи анализа и синтеза роботов.				
Обобщенная структура и алгоритмы проектирования роботов	6	6	6	30
1. Структура проектирования роботов и робототехнических систем. 2. Этапы проектирования, стадии проектирования. Проектные характеристики промышленного робота. 3. Алгоритмы формирования основных проектных решений по промышленным роботам.				
Алгоритмы проектирования подсистем промышленного робота	6	6	6	30
1. Алгоритм проектирования исполнительного устройства. 2. Синтез кинематической модели. 3. Формирование механической модели. 4. Синтез динамической модели. 5. Алгоритм проектирования устройства управления. 6. Формирование функций. 7. Формирование критериев качества. 8. Формирование информационного обеспечения.				
ИТОГО по 4-му семестру	18	16	18	90
ИТОГО по дисциплине	18	16	18	90

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Решение прямой и обратной задач кинематики с учетом только переносных степеней подвижности.
2	Решение задач кинематики с учетом ориентирующих степеней подвижности манипулятора.
3	Определение элементов матрицы положения для манипулятора, работающего в цилиндрической системе координат.

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование темы практического (семинарского) занятия</b>
4	Определение элементов матрицы положения для манипулятора, работающего в сферической системе координат.
5	Выбор компоновки промышленных роботов модульного типа по условиям точности.
6	Кинетостатический расчет типовых компоновок промышленных роботов.
7	Кинетостатика манипулятора, работающего в цилиндрической системе координат.
8	Расчет удерживающих усилий механических захватных устройств.
9	Расчет параметров механической модели руки манипулятора.
10	Расчет циклограммы для роботизированного участка механообработки.
11	Расчет компоновки транспортной системы робототехнической системы.
12	Разработка алгоритма функционирования робота в составе робототехнической системы.
13	Разработка алгоритма функционирования робототехнической системы.

#### Тематика примерных лабораторных работ

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование темы лабораторной работы</b>
1	Инструктаж по технике безопасности. Знакомство с учебным оборудованием.
2	Разработка и исследование моделей исполнительных приводов робота.
3	Разработка и исследование динамической модели манипуляционного устройства.
4	Моделирование управляемого движения робота.
5	Моделирование прямой и обратной задач кинематики.
6	Моделирование прямой и обратной задач динамики.
7	Проектирование геометрической компоновки робота.

#### Тематика примерных курсовых проектов/работ

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование темы курсовых проектов/работ</b>
1	Синтез промышленного робота на основе функциональной модели.

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Воробьев Е. И., Егоров О. Д., Попов С. А. Механика промышленных роботов. Расчет и проектирование механизмов. Москва : Высш. шк., 1988. 367 с.	26
2	Воробьев Е. И., Попов С. А., Шевелева Г. И. Механика промышленных роботов. Кинематика и динамика. Москва : Высш. шк., 1988. 304 с.	28

3	Конюх В.Л. Основы робототехники : учебное пособие для вузов. Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. 282 с.	30
4	Механика промышленных роботов. Основы конструирования / Воробьев Е. И., Бабич А. В., Жуков К. П., Попов С. А. Москва : Высш. шк., 1989. 383 с.	22
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Артоболовский И. И. Теория механизмов и машин : учебник для вузов. 6-е изд., стер. Москва : Альянс, 2011. 639 с. 40 усл. печ. л.	109
2	Бурдаков С. Ф., Дьяченко В. А., Тимофеев А. Н. Проектирование манипуляторов промышленных роботов и роботизированных комплексов : учебное пособие для вузов. Москва : Высш. шк., 1986. 264 с. 16,5 усл. печ. л.	16
3	Михайлов О. П. Автоматизированный электропривод станков и промышленных роботов : учебник для вузов. Москва : Машиностроение, 1990. 304 с.	19
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Интеллектуальные роботы	<a href="https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=769">https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=769</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Мехатроника: основы, методы, применение	<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=806">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=806</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Обложка книги Рязанов С. И. Автоматизация производственных процессов в машиностроении	<a href="https://e.lanbook.com/book/165076">https://e.lanbook.com/book/165076</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Проектирование мехатронных и робототехнических устройств	<a href="https://e.lanbook.com/book/168366">https://e.lanbook.com/book/168366</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

### 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Debian (GNU GPL)
Операционные системы	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.02.2022 )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Среды разработки, тестирования и отладки	Microsoft Visual Studio (подп. Azure Dev Tools for Teaching )
Среды разработки, тестирования и отладки	MS Visual studio 2019 community (Free)

### 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовой проект	ПЭВМ	15
Лабораторная работа	ПЭВМ	15
Лекция	Доска, мультимедийный проектор, экран.	1
Практическое занятие	Доска, мультимедийный проектор, экран.	1

### 8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе
------------------------------