

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 03 » февраля 20 ____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ Промышленные роботы и робототехнические системы
(наименование)

Форма обучения: _____ очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ 09.04.01 Информатика и вычислительная техника
(код и наименование направления)

Направленность: _____ Автоматизированные системы обработки информации и
управления
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины - формирование системного базового представления, первичных знаний, умений и навыков студентов по методам анализа кинематики и динамики манипуляторов, по способам и алгоритмам управления роботами и планирования их движений, по методам построения математических моделей РТК.

Основной задачей изучения дисциплины является формирование основ знаний в областях применения роботов; видов роботов и робототехнических систем; конструкций роботов; приводов роботов; информационно-сенсорных систем; способах и системах управления роботами.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Математические модели манипуляторов роботов и задачи управления движением;
Прямые и обратные позиционные и кинематические задачи;
Программная реализация законов управления;
Программное обеспечение РТС.

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-2.14	ИД-1ПК-2.14	Знает: - виды информационно-сенсорных систем; - способы и системы управления роботами; - робототехнические комплексы.	Знает правила разработки проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами;	Дифференцированный зачет
ПК-2.14	ИД-2ПК-2.14	Умеет: - пользоваться технической литературой; - ориентироваться в системе стандартов на промышленные роботы.	Умеет применять методики и процедуры системы менеджмента качества, правила автоматизированной системы управления организацией для анализа отчета по результатам обследования объекта автоматизации и определения характеристик объекта автоматизации;	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.14	ИД-3ПК-2.14	Владеет навыками разработки математических моделей роботов и РТК.	Владеет навыками разработки вариантов структурных схем автоматизированной системы управления технологическим процессом и выбор оптимальной структурной схемы.	Защита лабораторной работы
ПК-2.9	ИД-1ПК-2.9	Знает: - область применения роботов; - задачи, решаемые наукой о роботах; - классификация роботов и робототехнических систем; - типы промышленные роботы; - типы роботов не промышленного назначения; - конструкции роботов; - виды приводов роботов.	Знает современные методики тестирования разрабатываемых информационных систем;	Дифференцированный зачет
ПК-2.9	ИД-2ПК-2.9	Умеет: - решать прямую и обратную задачи робототехники. - решать задачи по анализу кинематики и динамики манипуляторов.	Умеет проектировать архитектуры ИС, проверять (верифицировать) архитектуру ИС;	Защита лабораторной работы
ПК-2.9	ИД-3ПК-2.9	Владеет навыками разработки алгоритмов управления роботами и РТК.	Владеет навыками осуществление экспертной оценки предложенных вариантов архитектуры ИС.	Защита лабораторной работы

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
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)	18	18	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	16	16	
- 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)			
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
3-й семестр				
Основы управления роботами и робототехническими системами.	6	2	4	30
Состав промышленного робота: манипулятор, приводы, исполнительная система, система управления манипулятором. Классификация промышленных роботов. Задачи управления манипуляционными роботами. Задачи управления робототехническими комплексами. Взаимодействие робота с человеком -оператором. Звенья, кинематические пары, число степеней подвижности, системы координат манипуляторов, типы рабочих зон.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Кинематика роботов и робототехнических систем.	6	8	6	30
Выбор специальных систем координат манипуляторов. Однородные координаты. Матрицы поворотов и сдвига. Преобразование координат. Решение прямой задачи кинематики. Конфигурация рабочего пространства и его объем. Теорема Ли-Янга. Анализ ориентации схвата. Коэффициент сервиса, маневренность, достижимость. Обзор и сравнение методов решения обратной задачи кинематики: метод обратных преобразований, тригонометрический подход, численные методы решения ОЗК, решение с использованием метода искусственного интеллекта. Скорости и ускорения в относительном движении. Управления для скоростей и ускорений в однородных координатах. Прямая и обратная задача о скорости. Планирование траектории в пространстве обобщенных координат. Ограничение на траекторию, нормированное время, кубические сплайны, расчет 4-3-4 траектории. Уравнения манипулятором в пространстве координат схвата: управление по положению, по векторам скорости и ускорения, по вектору силы. Виды погрешностей манипулятора. Кинематические ошибки. Линейная и угловая ошибки положения выходного звена манипулятора.				
Динамика роботов и робототехнических систем.	6	8	6	30
Задачи динамики, метод кинетостатики. Уравнения движения манипулятора в форме Даламбера. Силы инерции и моменты сил инерции звеньев. Определение реакций, возникающих в кинематических парах, дифференциальные уравнения движения. Структура уравнения. Уравнение Лагранжа при наличии связей. Уравнение Лагранжа 2-го рода. Методы, основанные на решении обратных задач динамики. Силовая обратная связь в соединениях манипулятора: на схвате, в сборочных процессах и в механообработке. Понятие сложной системы, Конечный автомат как модель объекта управления. Построение моделей подсистем. Диаграммы Мура для роботов с цикловой и позиционно-контурной системой управления. Графовое представление автомата. Модель сетевого автомата как читающе-записывающего устройства. Последовательное соединение сетевых автоматов в виде сети Петри. Закон Литтла. Классификация СМО и их основные характеристики. Методика построения циклограмм функционирования РТК. Пример построения циклограммы для РТК механообработки.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Основные типы программно- управляемых РТС. Программное обеспечение РТС, операционная среда. Программирование управляющей сети. Примеры технических решений РТС: РТК и гибкие производственные модули, роботизированные автоматические линии, гибкие производственные участки, гибкие автоматизированные заводы.				
ИТОГО по 3-му семестру	18	18	16	90
ИТОГО по дисциплине	18	18	16	90

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Структурный анализ манипуляторов промышленных роботов
2	Решение прямой задачи кинематики методом Денавита –Хартенберга
3	Решение обратной задачи кинематики с использованием методов искусственного интеллекта
4	Планирование траектории движения звеньев манипулятора промышленного робота

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Определение точности и повторяемости позиционирования манипуляторов промышленных роботов
2	Кинематический расчет манипуляторов промышленных роботов
3	Моделирование методом конечных автоматов
4	Моделирование функционирования РТК как СМО
5	Построение циклограммы работы роботизированных технологиче-ских комплексов

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой 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 установления 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
1. Основная литература		
1	Конюх В.Л. Основы робототехники : учебное пособие для вузов / В.Л. Конюх. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2008.	30
2	Юревич Е.И. Основы робототехники : учебное пособие для вузов / Е.И.Юревич. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2005.	27
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		

1	Юркевич В. В. Надёжность и диагностика технологических систем : учебник для вузов / В. В. Юркевич, А. Г. Схиртладзе. - Москва: Академия, 2011.	6
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Робототехника и техническая кибернетика	http://rusrobotics.ru	сеть Интернет; свободный 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 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	LibreOffice 6.2.4. OpenSource, бесплатен.
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	ПЭВМ	10
Лекция	Мультимедийный проектор, экран	1
Практическое занятие	ПЭВМ	10

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе
