

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

« 30 » июня 20 21 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Математическое моделирование робототехнических систем
(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

Ознакомление с концептуальными основами моделирования робототехнических систем; формирование систем знаний о принципах построения математических моделей механической части робота; формирование навыков самостоятельной разработки математических моделей в среде робототехники.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Структура и кинематика манипуляторов
Динамика манипуляторных систем роботов
Компоновка робототехнических комплексов

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
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-1	ИД-1ОПК-1	Знает основные области применения математических методов решения научных и технических задач в области робототехники, аспекты системности и математизации научных исследований, математические методы, применяемые для моделирования роботов и робототехнических комплексов в инженерной и исследовательской практике; основные понятия и определения в области надежности и диагностики робототехнических комплексов, количественные показатели надежности функционирования и методы их расчёта, методы и средства технического диагностирования и оценки надёжности промышленных роботов.	Знает основные области применения математических методов решения научных и технических задач в машиностроении, аспекты системности и математизации научных исследований, математические методы, применяемые для моделирования проектируемых процессов, устройств, средств и систем конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств в инженерной и исследовательской практике; основные понятия и определения в области надежности и диагностики технологических систем, количественные показатели надежности функционирования и методы их расчёта, методы и средства технического диагностирования и оценки надёжности инструмента и технологического оборудования	Защита лабораторной работы
ОПК-1	ИД-2ОПК-1	Умеет оценивать и представлять результаты математического моделирования робототехнических систем, осуществлять постановку и решение задач для математического анализа в области робототехнических систем, рассчитывать основные показатели надежности робототехнических систем	Умеет оценивать и представлять результаты математического моделирования объектов и процессов конструкторско-технологической подготовки производства, осуществлять постановку и решение задач для математического анализа проектной ситуации, конкретных рабочих процессов функционирования машин и обработки материалов, разрабатывать алгоритмы программ обслуживания	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
			датчиков и технического диагностирования; рассчитывать основные показатели надежности технологического процесса	
ОПК-1	ИД-3ОПК-1	Владеет навыками использования математического моделирования для определения технологических, конструкторских, эксплуатационных и экономических параметров функционирования робототехнических систем; опытом оценки и представления результатов математического моделирования робототехнических систем; опытом расчета основных показателей надежности и управления ими; анализа показателей надёжности робототехнических систем; опытом разработки мероприятий по устранению причин, приводящих к отказу робототехнических систем	Владеет навыками использования математического моделирования для определения технологических, конструкторских, эксплуатационных и экономических параметров функционирования машиностроительных изделий и производств; опытом оценки и представления результатов математического моделирования объектов и процессов в машиностроении; опытом расчета основных показателей надежности и управления ими; анализа показателей надёжности технологических систем; опытом разработки мероприятий по устранению причин, приводящих к отказу технологических систем	Защита лабораторной работы
ОПК-13	ИД-1ОПК-13	Знает основные положения, законы и методы механики и математики, а также методику их применения при исследовании и моделировании робототехнических систем	Знает основные положения, законы и методы естественных наук и математики и порядок их применения для формирования моделей и методов исследования мехатронных и робототехнических систем	Защита лабораторной работы
ОПК-13	ИД-2ОПК-13	Умеет анализировать научную картину предметной области моделирования робототехники и смежных областей	Умеет анализировать научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	Защита лабораторной работы
ОПК-13	ИД-3ОПК-	Владеет навыками	Владеет навыками выбора	Защита

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
	13	выбора возможных вариантов решения задачи в сфере моделирования кинематики и динамики робототехнических систем	возможных вариантов решения задачи на основе математического моделирования мехатронных и робототехнических систем	лабораторной работы
ПКО-2	ИД-1ПКО-2	Знает современные программные средства моделирования и экспериментального исследования кинематики и динамики объектов робототехники	Знает современные программные средства и методы математического моделирования и экспериментального исследования процессов и объектов робототехники	Защита лабораторной работы
ПКО-2	ИД-2ПКО-2	Умеет выполнять вычислительные эксперименты с использованием современных программных средств	Умеет выполнять вычислительные эксперименты в соответствии с выбранными средствами	Защита лабораторной работы
ПКО-2	ИД-3ПКО-2	Владеет навыками анализа результатов проведенных теоретических и экспериментальных исследований и составления рекомендаций по совершенствованию промышленных роботов и робототехнических систем	Владеет навыками анализа результатов проведенных теоретических и экспериментальных исследований и составления рекомендаций по совершенствованию устройств и систем робототехники	Защита лабораторной работы

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	8	8	
- лабораторные работы (ЛР)	16	16	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	10	10	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
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
1-й семестр				
Кинематика робототехнических систем	4	8	5	36
Классификация промышленных роботов. Структура манипуляционных систем. Преобразования координат в манипуляционных системах. Определение взаимного положения последовательно соединенных звеньев. Прямая задача кинематики. Определение абсолютных скоростей точек звеньев. Обратная задача кинематики.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Динамика робототехнических систем	4	8	5	36
Классификация промышленных роботов. Структура манипуляционных систем. Преобразования координат в манипуляционных системах. Определение взаимного положения последовательно соединенных звеньев. Прямая задача кинематики. Определение абсолютных скоростей точек звеньев. Обратная задача кинематики. Исследование динамики манипуляционных систем с последовательной кинематикой. Динамический синтез и анализ манипулятора. Исследование динамики манипуляционных систем с параллельной кинематикой. Компоновка робототехнического комплекса (РТК).				
ИТОГО по 1-му семестру	8	16	10	72
ИТОГО по дисциплине	8	16	10	72

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Решение прямой задачи кинематики
1	Решение прямой задачи кинематики
1	Определение взаимного положения последовательно соединенных звеньев
1	Преобразования координат в манипуляционных системах
2	Динамический анализ манипулятора
2	Планирование траектории схвата робота
2	Динамический синтез манипулятора
2	Компоновка РТК

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Автоматизация решения задачи кинематики на основе выбранного ПО
1	Установка и настройка программного обеспечения (ПО) для решения задач моделирования
1	Трехмерное моделирование РТК
2	Подготовка модели манипулятора для трехмерной печати

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
2	Визуализация компоновочных схем РТК
2	Автоматизация исследования динамики РТК

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.</p>
--

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

<p>При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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	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
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Фу К., Гонсалес Р., Ли К. Робототехника : пер. с англ. Москва : Мир, 1989. 624 с.	11
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)
Дополнительная литература	В.Г.Хомченко. Робототехнические системы	https://synergy-network.ru/wp-content/uploads/2018/01/rtso_msk.pdf	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	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Scilab лиц.GNU GPL v2

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Виртуальный читальный зал Российской государственной библиотеки	https://dvs.rsl.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	http://www.diss.rsl.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Конструктор роботов	8
Лекция	Проектор или электронная доска	1
Практическое занятие	Персональный компьютер	10

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе
