

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

« 11 » апреля 20 22 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Проектирование и исследование идентификационных моделей
робототехнических систем

(наименование)

Форма обучения: очная

(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура

(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 108 (3)

(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

Доведение до обучающихся основных сведений о проектировании робототехнических комплексов, описание способов и средств проектирования роботов, а также набор проектных заданий, использующих различные средства автоматизации.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

алгоритм идентификации, задача идентификации, критерий Чебышёва, методы идентификации систем, описание поведения звена, потери точности описания, преобразование Лапласа, применение частного случая преобразования Лапласа, синтез регуляторов, управляющий момент вращения, прямое и обратное преобразования

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
ОПК-10	ИД-1ОПК-10	Знает основные положения и содержание нормативной документации обеспечения производственной и экологической безопасности на рабочих местах машиностроительных предприятий	Знает основные положения и содержание нормативной документации обеспечения производственной и экологической безопасности на рабочих местах машиностроительных предприятий	Доклад
ОПК-10	ИД-2ОПК-10	Умеет разрабатывать методики контроля и обеспечения производственной и экологической безопасности на основе нормативно-технической документации	Умеет разрабатывать методики контроля и обеспечения производственной и экологической безопасности на основе нормативно-технической документации	Отчёт по практическом у занятию
ОПК-10	ИД-3ОПК-10	Владеет опытом внедрения методики контроля и обеспечения производственной и экологической безопасности	Владеет опытом внедрения методики контроля и обеспечения производственной и экологической безопасности	Творческое задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-12	ИД-1ОПК-12	Знает технологии внедрения в производство опытных образцов устройств и систем	Знает технологии внедрения в производство опытных образцов устройств и систем	Доклад
ОПК-12	ИД-2ОПК-12	Умеет выполнять основные действия по сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей	Умеет выполнять основные действия по сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей	Защита лабораторной работы
ОПК-12	ИД-3ОПК-12	Владеет опытом организации монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем	Владеет опытом организации монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем	Отчёт по практическому занятию
ОПК-9	ИД-1ОПК-9	Знает основы построения современного технологического оборудования производств мехатронных и робототехнических систем	Знает основы построения современного технологического оборудования производств мехатронных и робототехнических систем	Доклад
ОПК-9	ИД-2ОПК-9	Умеет разрабатывать компоненты технологического обеспечения машиностроительных производств в выбранной предметной области	Умеет разрабатывать компоненты технологического обеспечения машиностроительных производств в выбранной предметной области	Защита лабораторной работы
ОПК-9	ИД-3ОПК-9	Владеет опытом разработки и внедрения технологического оборудования в области мехатроники и робототехники	Владеет опытом разработки и внедрения технологического оборудования в области мехатроники и 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			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

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				
Введение в предмет. Идентификация математической модели робототехнической системы	2	4	2	18
алгоритм идентификации, задача идентификации, критерий Чебышёва, методы идентификации систем, описание поведения звена, потери точности описания, преобразование Лапласа, применение частного случая преобразования Лапласа, синтез регуляторов, управляющий момент вращения, прямое и обратное преобразования				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Разработка математического описания робота	2	4	2	18
адаптированная сетка, вращающий момент, генерация сетки, дерево конструирования, запуск модели, контроль сходимости процесса расчёта, координаты центра масс, коэффициент сцепления, коэффициент трения качения, момент инерции, пакеты моделирования, построение поверхности, процесс трогания, сила сопротивления, сила сцепления, сила трения качения, система координат, скорость робота, скорость скольжения, углы атаки, углы поворотов двигателей, управляющие силы				
Синтез управлений по упрощенным моделям роботов	2	4	3	18
алгоритм распределения, алгоритм управления, анализ управляемости, возмущающие воздействия, граница устойчивости, заданная траектория движения, исследование модели робота, исследование на устойчивость, критерий управляемости, линеаризация уравнений робота, линеаризованная модель, линеаризованные уравнения кинематики, нахождение коэффициентов усиления регулятора, решение задачи оптимизации движения робота, исследование управляемости модели динамики, создание модели системы управления, точность интегрирования, управляющие воздействия, управляющие силы, уравнение динамики, уравнение кинематики, устойчивость робота				
Этапы проектирования робототехнической системы	2	4	3	18
акт приёмки, аппаратная реализация системы управления роботом, блок согласования, датчики, диапазон измерений, интерфейсы rs485, rs232, испытания роботов и робототехнических систем, классы защиты оболочки ip, методика испытаний, модуль расчёта управлений, навигация, надёжность системы, погрешность поддержания скорости, проведение испытаний, проверка работоспособности, программная реализация робототехнической системы, проектное задание, проектное задание, проектное задание, проектное задание, проектное задание, разработка структурно - алгоритмического обеспечения проекта, расчет надежности робототехнической системы, расчёт надёжности, стадии разработки, схема соединений, терминалы телекоммуникации, технический проект, техническое задание, цель испытаний, эскизный проект,				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
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	Дайте математическое описание процесса трогания наземного колесного робота при наличии скольжения.
2	Приведите общий вид уравнений кинематики подвижного тела в матричной форме. Поясните переменные, входящие в это уравнение.

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Разработайте структурную схему системы управления роботом.
2	Создайте модель роботизированной системы. Проведите анализ устойчивости системы по ее линеаризованной 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
1. Основная литература		
1	Вороненко В. П., Соломенцев Ю. М., Схиртладзе А. Г. Проектирование машиностроительного производства : учебник для вузов. Москва : Станкин, 2002. 347 с.	34
2	Леготкина Т. С. Методы идентификации систем : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2008. 121 с.	46
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	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
2	Воробьев Е. И., Шехвиц Э. И. Проектирование промышленных роботов : учебное пособие для техникумов. Москва : Машиностроение, 1993. 143 с.	5
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	Б.И. Пякилля Идентификация математической модели робототехнической системы // МСиМ. 2014. №4 (32).	https://cyberleninka.ru/article/n/identifikatsiya-matematicheskoy-modeli-robototekhnicheskoy-sistemy	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Пшихопов В.Х., Медведев М.Ю., Костюков В.А., Гайдук А.Р., Федоренко Р.В., Гуренко Б.В., Крухмалев В.А., Медведева Т.Н. Проектирование роботов и робототехнических систем: Учебное пособие – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2014. – 196 с.	http://ntb.tgn.sfedu.ru/UML/UML_5248.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	Debian (GNU GPL)
Офисные приложения.	LibreOffice 6.2.4. OpenSource, бесплатен.
Прикладное программное обеспечение общего назначения	SciLab (лиц. CeCILL https://www.scilab.org/)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	nanoCAD ВК x64 8.0 Образовательная
Среды разработки, тестирования и отладки	PIP (The Python Package Installer) 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)	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/

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
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	Персональная ЭВМ	20
Лекция	Ноутбук, проектор	1
Практическое занятие	Ноутбук, проектор	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе
