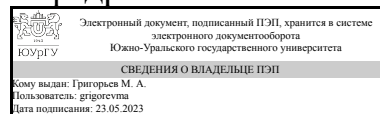


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



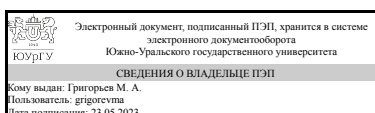
М. А. Григорьев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.05.01 Алгоритмы управления роботами-манипуляторами
для направления 15.04.06 Мехатроника и робототехника
уровень Магистратура
магистерская программа Искусственный интеллект в робототехнике
форма обучения очная
кафедра-разработчик Электропривод, мехатроника и электромеханика

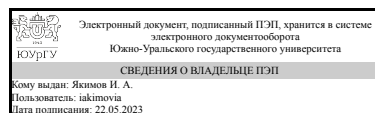
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 14.08.2020 № 1023

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.



М. А. Григорьев

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент



И. А. Якимов

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является формирование новых знаний и представлений в области построения и принципиальных основ систем управления и алгоритмов работы роботами-манипуляторами. Основные задачи дисциплины: 1. Ознакомление студентов с основными алгоритмами и базовыми понятиями систем управления робототехнических систем, как многомерных и связанных систем. 2. Обучение студентов выполнению анализа работы и синтеза различных алгоритмов и систем управления робототехнических систем.

Краткое содержание дисциплины

Рассмотрены исторические этапы становления алгоритмов управления и систем робототехники и перспективы их дальнейшего развития. Приводятся различные системы управления по принципу действия и по видам обратной связи, а также способы их анализа и синтеза.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен внедрять устройства робототехнических комплексов с искусственным интеллектом при реализации производственных процессов	Знает: особенности моделирования многомерных и связанных систем. Построение матричных моделей преобразования координат; отличия дискретного циклового программного управления от дискретного позиционного программного управления роботами; непрерывное программное управления роботами; адаптивные и интеллектуальные системы управления роботами. Умеет: строить и моделировать многомерные матричные модели в среде имитационного моделирования; объяснять основные положения управления многомерной и связанной технической системой, строить кинематические схемы, составлять матрицы переходов прямых и обратных преобразований координат Имеет практический опыт: моделирования и расчета систем управления роботами-манипуляторами, расчета систем управления, регуляторов сложной многомерной и связанной технической системы.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Информационные системы в мехатронике и робототехнике, Интегрированные системы управления робототехническими комплексами, Программирование роботов-манипуляторов,

	Программное обеспечение интеллектуальных мехатронных и робототехнических систем, Производственная практика (преддипломная) (4 семестр)
--	---

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч., 78,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		2
Общая трудоёмкость дисциплины	216	216
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	137,5	137,5
Работа с литературными источниками	50	50
Подготовка к экзамену	36	36
Подготовка отчетов по лабораторным и практическим работам, подготовка к защите работ	51,5	51,5
Консультации и промежуточная аттестация	14,5	14,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение. Основные этапы развития систем управления робототехники	2	2	0	0
2	Устройство, состав и структура построения систем управления роботом	10	2	4	4
3	Основные типы приводов роботов, а также особенности управления ими.	16	4	8	4
4	Математическое описание роботов.	18	6	8	4
5	Основы управления роботами и алгоритмы их работы	18	2	12	4

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Основные этапы развития систем управления робототехники.	2
2	2	Устройство роботов: состав, параметры и классификация по назначению, по управлению. по техническим показателям. Манипуляционные системы. Рабочие органы манипуляторов. Системы передвижения мобильных роботов. Сенсорные системы.	2
3	3	Приводы роботов. Классификация приводов. Пневматические, гидравлические и электрические привода как объекты управления	2
4	3	Приводы роботов. Рекуперация энергии в приводах. Микроприводы.	2
5	4	Математическое описание роботов. Основные принципы организации движения роботов. Математическое описание манипуляторов и их механической системы.	2
6	4	Математическое описание манипуляторов. Взаимное влияние степеней подвижности манипуляторов. Учет упругости звеньев манипуляторов.	2
7	4	Математическое описание приводов. Компьютерное моделирование робототехнических систем.	2
8	5	Основы управления роботами. Дискретное позиционное программное управление роботами. Непрерывное программное управление роботами. Адаптивное и интеллектуальное управление роботами. Аппаратура управления роботов.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Практическая работа №1. Знакомство с устройством роботов. Расчет их кинематических цепей и числа степеней подвижности.	2
2	2	Защита практической работы №1	2
3	3	Практическая работа №2. Расчет приводного устройства робота-манипулятора	2
4	3	Защита практической работы №2	2
5	3	Практическая работа №3. Моделирование приводного устройства робота-манипулятора в среде MATLAB-SIMULINK	2
6	3	Защита практической работы №3	2
7	4	Практическая работа №4. Матричное описание прямого преобразования координат	2
8	4	Защита практической работы №4	2
9	4	Практическая работа №5. Матричное описание обратного преобразования координат	2
10	4	Защита практической работы №5	2
11	5	Практическая работа №6. Расчет циклового управления отдельным приводом.	2
12	5	Защита практической работы №6	2
13	5	Практическая работа №7. Расчет дискретного позиционного управления	2
14	5	Защита практической работы №7	2
15	5	Практическая работа №8. Расчет непрерывного управления приводом робота с последовательной коррекцией	2
16	5	Защита практической работы №8	2

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Лабораторная работа № 1 "Знакомство с роботом-манипулятором. Перемещение робота вручную и переключение режимов работы"	2
2	2	Защита лабораторной работы №1	2
3	3	Лабораторная работа № 2 "Изучение скоростных характеристик приводов на реальном роботе-манипуляторе KUKA"	2
4	3	Защита лабораторной работы № 2	2
5	4	Лабораторная работа № 3 "Исследование матричной модели робота в среде MATLAB-SIMULINK"	2
6	4	Защита лабораторных работы № 3	2
7	5	Лабораторная работа № 4 "Исследование позиционной системы управления осью робота-манипулятора в среде MATLAB-SIMULINK"	2
8	5	Защита лабораторной работы № 4	2

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Работа с литературными источниками	1. Аншин, С. С. Проектирование и разработка промышленных роботов Под общ. ред. Я. А. Шифрина, П. Н. Белянина. - М.: Машиностроение, 1989. - 272 с. ил. 2. Величенко, В. В. Матрично-геометрические методы в механике с приложениями к задачам робототехники. - М.: Наука, 1988. - 279 с. Ил. 3. Зенкевич, С. Л. Управление роботами: Основы управления манипуляционными роботами Учебник для вузов по специальности "Роботы и робототехн. системы". - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. - 399 с. ил. 4. Белянин, П. Н. Робототехнические системы для машиностроения. - М.: Машиностроение, 1986. - 253 с. ил. 5. Управляющие системы промышленных роботов Ю. Д. Андрианов, Л. Я. Глейзер, М. Б. Игнатъев; Под ред. И. М. Макарова, В. А. Чиганова. - М.: Машиностроение, 1984. - 287 с. ил.	2	50
Подготовка к экзамену	1. Аншин, С. С. Проектирование и разработка промышленных роботов Под общ. ред. Я. А. Шифрина, П. Н. Белянина. - М.: Машиностроение, 1989. - 272 с. ил. 2. Величенко, В. В. Матрично-геометрические методы в механике с приложениями к задачам робототехники. - М.: Наука, 1988. - 279 с. Ил. 3. Зенкевич, С. Л. Управление роботами: Основы	2	36

		управления манипуляционными роботами Учебник для вузов по специальности "Роботы и робототехн. системы". - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. - 399 с. ил. 4. Белянин, П. Н. Робототехнические системы для машиностроения. - М.: Машиностроение, 1986. - 253 с. ил. 5. Управляющие системы промышленных роботов Ю. Д. Андрианов, Л. Я. Глейзер, М. Б. Игнатьев; Под ред. И. М. Макарова, В. А. Чиганова. - М.: Машиностроение, 1984. - 287 с. ил. 6. Методические указания для выполнения лабораторных работ. 7. Методические указания для выполнения практических работ.		
Подготовка отчетов по лабораторным и практическим работам, подготовка к защите работ		1. Аншин, С. С. Проектирование и разработка промышленных роботов Под общ. ред. Я. А. Шифрина, П. Н. Белянина. - М.: Машиностроение, 1989. - 272 с. ил. 2. Величенко, В. В. Матрично- геометрические методы в механике с приложениями к задачам робототехники. - М.: Наука, 1988. - 279 с. Ил. 3. Зенкевич, С. Л. Управление роботами: Основы управления манипуляционными роботами Учебник для вузов по специальности "Роботы и робототехн. системы". - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. - 399 с. ил. 4. Белянин, П. Н. Робототехнические системы для машиностроения. - М.: Машиностроение, 1986. - 253 с. ил. 5. Управляющие системы промышленных роботов Ю. Д. Андрианов, Л. Я. Глейзер, М. Б. Игнатьев; Под ред. И. М. Макарова, В. А. Чиганова. - М.: Машиностроение, 1984. - 287 с. ил. 6. Методические указания для выполнения лабораторных работ. 7. Методические указания для выполнения практических работ.	2	51,5

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
------	----------	--------------	-----------------------------------	-----	------------	---------------------------	------------------

1	2	Текущий контроль	Защита практической работы №1	1	5	За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 1 балл. (Всего задается пять вопросов)	экзамен
2	2	Текущий контроль	Защита практической работы №2	1	5	За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 1 балл. (Всего задается пять вопросов)	экзамен
3	2	Текущий контроль	Защита практической работы №3	1	5	За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 1 балл. (Всего задается пять вопросов)	экзамен
4	2	Текущий контроль	Защита практической работы №4	1	5	За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 1 балл. (Всего задается пять вопросов)	экзамен
5	2	Текущий контроль	Защита практической работы №5	1	5	За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 1 балл. (Всего задается пять вопросов)	экзамен
6	2	Текущий контроль	Защита практической работы №6	1	5	За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 1 балл. (Всего задается пять вопросов)	экзамен
7	2	Текущий контроль	Защита практической работы №7	1	5	За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 1 балл. (Всего задается пять вопросов)	экзамен
8	2	Текущий контроль	Защита практической работы №8	1	5	За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 1 балл. (Всего задается пять вопросов)	экзамен
9	2	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №1	1	5	За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 1 балл. (Всего задается пять вопросов)	экзамен
10	2	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №2	1	5	За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 1 балл. (Всего задается пять вопросов)	экзамен
11	2	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №3	1	5	За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 1 балл. (Всего задается пять вопросов)	экзамен
12	2	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №4	1	5	За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 1 балл. (Всего задается пять вопросов)	экзамен
13	2	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	40	За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 10 баллов. Если правильность ответа студента на вопрос составляет 50%, начисляется 5 баллов. Если правильность ответа студента на вопрос составляет менее 50%, начисляется 0 баллов.	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Студенту выдается экзаменационный билет с четырьмя вопросами. За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 10 баллов. В сумме максимальный балл за экзамен составляет 40 баллов. Если студент не ответил ни на	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	один вопрос ставится 0 баллов. Если студент хотя бы ответил правильно на 50% от заданного вопроса из 10 баллов за вопрос ставится 5 баллов.	
--	---	--

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ПК-2	Знает: особенности моделирования многомерных и связанных систем. Построение матричных моделей преобразования координат; отличия дискретного циклового программного управления от дискретного позиционного программного управления роботами; непрерывное программное управления роботами; адаптивные и интеллектуальные системы управления роботами.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-2	Умеет: строить и моделировать многомерные матричные модели в среде имитационного моделирования; объяснять основные положения управления многомерной и связанной технической системой, строить кинематические схемы, составлять матрицы переходов прямых и обратных преобразований координат	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-2	Имеет практический опыт: моделирования и расчета систем управления роботами-манипуляторами, расчета систем управления, регуляторов сложной многомерной и связанной технической системы.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Зенкевич, С. Л. Управление роботами: Основы управления манипуляционными роботами Учебник для вузов по специальности "Роботы и робототехн. системы". - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. - 399 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Аншин, С. С. Проектирование и разработка промышленных роботов Под общ. ред. Я. А. Шифрина, П. Н. Беянина. - М.: Машиностроение, 1989. - 272 с. ил.
2. Беянин, П. Н. Робототехнические системы для машиностроения. - М.: Машиностроение, 1986. - 253 с. ил.
3. Управляющие системы промышленных роботов Ю. Д. Андрианов, Л. Я. Глейзер, М. Б. Игнатъев; Под ред. И. М. Макарова, В. А. Чиганова. - М.: Машиностроение, 1984. - 287 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические указания для выполнения лабораторных работ
2. Методические указания для выполнения практических работ

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методические указания для выполнения лабораторных работ
2. Методические указания для выполнения практических работ

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система Znanium.com	Юревич, Е. И. Основы робототехники: Учебное пособие / Юревич Е.И., - 4-е изд., перераб. и доп. - СПб:БХВ-Петербург, 2017. - 368 с. (Учебная литература для вузов) ISBN 978-5-9775-3851-0. - Текст : электронный. - URL: https://new.znanium.com/catalog/product/978555 (дата обращения: 06.02.2020)
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Выжигин, А.Ю. Гибкие производственные системы : учебное пособие / А.Ю. Выжигин. — Москва : Машиностроение, 2012. — 288 с. — ISBN 978-5-94275-620-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/63217 (дата обращения: 03.02.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. EBSCO Information Services-EBSCOhost Research Databases(28.02.2017)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	815 (36)	Мультимедийное оборудование: проектор, интерактивная доска, компьютерная техника, Microsoft Office
Лабораторные занятия	810-2 (36)	Мультимедийное оборудование: проектор, интерактивная доска, компьютерная техника, Microsoft Office, Matlab.
Практические занятия и семинары	810-2 (36)	Мультимедийное оборудование: проектор, интерактивная доска, компьютерная техника, Microsoft Office, MATLAB-SIMULINK