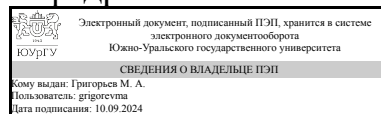


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



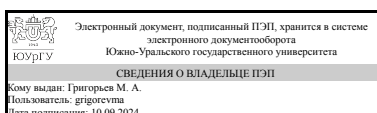
М. А. Григорьев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П1.09 Программирование роботов манипуляторов
для направления 15.03.06 Мехатроника и робототехника
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Управление промышленными роботами и манипуляторами
форма обучения очная
кафедра-разработчик Электропривод, мехатроника и электромеханика

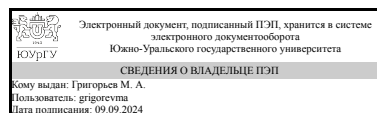
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 17.08.2020 № 1046

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



М. А. Григорьев

Разработчик программы,
д.техн.н., проф., заведующий
кафедрой



М. А. Григорьев

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является приобретение студентами теоретических знаний и практических навыков в области программирования промышленных роботов-манипуляторов, ее исследования для обеспечения высокоэффективного функционирования средств управления, контроля и испытаний робототехнических комплексов и систем. Основная задача дисциплины – формирование первоначальных знаний и умений по программной структуре систем управления промышленных роботов, методов и подходов к их программированию, получение навыков решения стандартных задач использования промышленных роботов при разработке технических средств автоматизированных гибких технологических линий.

Краткое содержание дисциплины

В курсе данной дисциплины раскрываются программные оболочки и их конфигурирование для промышленных роботов манипуляторов на примере робота манипулятора фирмы KUKA, основные подходы к программированию и моделированию траектории перемещения целевой точки, основы формулярного программирования через пульт дистанционного управления и посредством специального языка программирования высокого уровня Kuka Robot Language (KRL), основы осуществления привязки базы и инструментов, основы применения офлайн среды разработки и программирования KUKA SIM PRO и эмулятора пульта управления OFFICE LIGHT.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен осуществлять организованное, материальное и документационное обеспечение технического обслуживания и планового ремонта гибких производственных систем в машиностроении	Знает: Организацию программного обеспечения систем автоматизации и управления; принципы работы робототехнических систем и особенности их программирования; принципы циклового, дискретного, непрерывного управления средствами робототехники; языковые средства, схемы и системы программирования роботов. Умеет: Разрабатывать на языках высокого и низкого уровня управляющие программы для функционирования робототехнических систем; составлять алгоритмы перемещения робота (и/или его манипулятора) по заданной траектории и выполнения технологических операций; выбирать средства вычислительной техники и программное обеспечение для решения задач робототехники; использовать языки и системы программирования роботов. Имеет практический опыт: Разработки алгоритмов движения робота; программирования роботизированных систем, в том числе на языке KRL; программного синтеза автоматических

	систем управления роботов; разработки и применения информационного обеспечения совместно с разработкой программного обеспечения систем автоматизации и управления на основе SCADA-пакетов.
--	--

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Объектно-ориентированное программирование, Электронная и микропроцессорная техника, Программирование на языках высокого уровня, Элементы систем автоматики, Практикум по виду профессиональной деятельности (Электрооборудование промышленных предприятий и установок), Теория автоматизированного управления	Практикум по виду профессиональной деятельности (Программирование роботов манипуляторов), Интеллектуальные системы управления робототехническими комплексами, Роботизация металлургических технологических процессов, Испытание, наладка и эксплуатация программного обеспечения в робототехнических комплексах и электротехнических системах, Системы технического зрения, Производственная практика (преддипломная) (8 семестр)

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

Дисциплина	Требования
Программирование на языках высокого уровня	Знает: Современные языки программирования высокого уровня; формальные методы, технологии и инструменты разработки программного обеспечения; основные типы интерфейсов и принципы их организации., Преимущества и особенности программирования на языке высокого уровня; основные понятия, конструкции и структуры языка программирования для решения практических задач в области информационных систем и технологий. Умеет: Писать программы на языках программирования; использовать инструменты и методы прототипирования пользовательского интерфейса., Работать с современными средами программирования на языках высокого уровня Имеет практический опыт: Разработки и отладки программ на алгоритмических языках программирования; проектирования программных интерфейсов., Разработки программного обеспечения с использованием языка программирования высокого уровня.
Элементы систем автоматики	Знает: Назначение и характеристики типовых технологических установок, отдельных элементов автоматики и их совокупности в составе функциональных блоков, а также

	ключевые базы данных, где можно найти информацию для решения поставленных задач. Умеет: Анализировать исходные данные на проектирование технических систем и проводить оценку требуемых технических средств, выбирать датчики, исполнительные механизмы и регулирующие органы, отвечающие предъявленным требованиям. Имеет практический опыт: Работы с современными цифровыми программными методами расчетов и проектирования систем управления, выбора технических средств автоматизации и управления для реализации проектируемой системы автоматизации в соответствии с техническим заданием.
Теория автоматизированного управления	Знает: Классификацию систем автоматического регулирования; типовые динамические звенья; основные законы регулирования; методы построения систем автоматического регулирования. Умеет: Преобразовывать структурные схемы; определять устойчивость системы; производить наладку системы методами синтеза системы автоматического регулирования. Имеет практический опыт: Разработки и наладки системы автоматического регулирования; анализа работы системы автоматического регулирования.
Электронная и микропроцессорная техника	Знает: Основы проектирования аппаратной части микропроцессорных систем основы разработки программного обеспечения основы моделирования робототехнических систем в среде пакетов прикладных программ персонального компьютера. Принципы работы и технические характеристики микропроцессорных систем., Основные схемы электронных устройств, их составные части и физические принципы на которых основывается их работы; устройство основных электронных аналоговых и цифровых устройств. Умеет: Использовать современные информационные технологии, управлять информацией с применением прикладных программ; использовать сетевые компьютерные технологии, базы данных и пакеты прикладных программ., Читать и анализировать электрические схемы, проверять корректность и безопасность подключения электронных устройств в схемах, использовать специализированное программное обеспечение для схемотехнического проектирования и оформления эксплуатационной документации. Имеет практический опыт: Применения полученной информации при проектировании элементов микропроцессорного управления промышленными робототехническими системами., Разработки схем с использованием

	электронных устройств, разработки плана испытаний и анализа электронных аналоговых и цифровых устройств и схем.
Практикум по виду профессиональной деятельности (Электрооборудование промышленных предприятий и установок)	Знает: Основные виды технологических процессов обеспечивающих требуемые эксплуатационные характеристики мехатронных и робототехнических систем, методы оценки эффективности их применения. Умеет: Определять требуемые технологические процессы, обоснованно выбирать необходимые материалы для монтажа модулей, назначать режимы и условия эксплуатации оборудования, обеспечивающие требуемые параметры. Имеет практический опыт: Оценки эффективности работы оборудования, навыками оценки загруженности линий технологических процессов, представления результатов в виде отчетов.
Объектно-ориентированное программирование	Знает: Методы и технологии программирования, принципы и определения объектно-ориентированной парадигмы программирования., Знает основные положения и концепции прикладного и системного программирования, архитектуры компьютеров, а также принципы функционирования языков высшего уровня. Умеет: Работать с основными структурами и типами данных, формировать грамотные и эффективные алгоритмы., Использовать современные языки программирования и пакеты прикладных программ в профессиональной деятельности. Имеет практический опыт: Разработки эффективного алгоритма решения поставленной задачи и соответствующего кода программы на языке высокого уровня в объектно-ориентированной парадигме программирования., Разработки программного обеспечения для мехатронных и робототехнических систем.

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 74,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		6
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16

Лабораторные работы (ЛР)	32	32
Самостоятельная работа (СРС)	69,5	69,5
Подготовка к зачету	15	15
Подготовка отчетов по лабораторным и практическим работам, подготовка к защите работ	22,5	22,5
Работа с литературными источниками	32	32
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5
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	Среды имитационного моделирования промышленных роботов манипуляторов. Знакомство с программным пакетом KUKA SIM PRO. Работа с навигатором. Знакомство с программным пакетом виртуальной системы управления OfficeLight. Перемещение робота и переключение режимов работы	20	6	6	8
2	Юстировка робота и определение данных нагрузки. Работа с системой координат инструмента и базовой системой координат. Калибровка инструмента и базы. Создание перемещений от точки к точке. Создание логических функций	24	6	6	12
3	Программирование триггера и управление захватом. Работа с блоками PATH и SPLINE. Система пользовательских сообщений. Концепция управления движением робота-манипулятора KUKA от верхнего уровня	20	4	4	12

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Общие сведения о роботах-манипуляторах: состав, структура, концепция. Среды имитационного моделирования промышленных роботов манипуляторов. Знакомство с системами координат робота: подвижные и неподвижные. Знакомство с программным пакетом KUKA SIM PRO Работа с навигатором.	2
2	1	Среды имитационного моделирования промышленных роботов манипуляторов. Знакомство с системами координат робота: подвижные и неподвижные.	2
3	1	Знакомство с программным пакетом виртуальной системы управления OfficeLight. Знакомство с системами координат робота: подвижные и неподвижные. Перемещение робота и переключение режимов работы.	2
4	2	Понятие о юстировка робота при вводе в эксплуатацию. Особенности работы робота под нагрузкой. Определение данных нагрузки и внесение этой информации в систему управления. Понятие о с системе координат инструмента и базовой системе координат. Калибровка инструмента и базы. Основные команды движения от точки к точки. Особенности прохождения промежуточных точек на траектории. Сглаживание углов	2

5	2	Движение инструмента по пространственной траектории. Постоянная ориентация инструмента по отношению к детали. Движение инструмента по пространственной траектории. Переменная ориентация инструмента по отношению к детали. Возможности системы управления роботом-манипулятором для выполнения логических операций	2
6	2	Логические операции OR, AND, NOT и особенности их выполнения в процессе перемещения TCP. Понятие о технологических пакетах для системы управления. Технологический пакет GripperTech. Особенности управления, установки и конфигурации тех. пакетов, а также особенности их программирования.	2
7	3	Создание управляющей программы в среде KUKA SIM PRO. Загрузка CAD файла, обрабатываемой детали. Генерация управляющего кода по CAD файлу, использование команды PATH и ее реализация в реальной системе управления блоком SPLINE.	2
8	3	Создание пользовательских сообщений в системе HMI робота-манипулятора. Концепция управления роботом-манипулятором от ПЛК. Шлейф дискретных сигналов для удаленного управления от ПЛК. Организация выбора программ от удаленного ПЛК.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Практическая работа №1. Знакомство с программным пакетом KUKA SIM PRO	2
2	1	Практическая работа №2. Знакомство с программным пакетом виртуальной системы управления OfficeLight	2
3	1	Практическая работа №3. Работа с системой координат инструмента и базовой системой координат в программе KUKA SIM PRO. Калибровка	2
4	2	Практическая работа №4. Создание элементарных перемещений	2
5	2	Практическая работа №5. Создание перемещений по траектории в программе KUKA SIM PRO	2
6	2	Практическая работа №6. Создание логических функций в программе KUKA SIM PRO	2
7	3	Практическая работа №7. Работа с блоками PATH в программе KUKA SIM PRO	2
8	3	Практическая работа №8. Концепция управления движением робота-манипулятора KUKA от верхнего уровня	2

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Лабораторная работа № 1 "Перемещение робота в ручную и переключение режимов работы"	2
2	1	Защита лабораторной работы №1	2
3	1	Лабораторная работа № 2 "Работа с системой координат инструмента и базовой системой координат"	2
4	1	Защита лабораторной работы № 2	2
5	2	Лабораторная работа № 3 "Создание перемещений по траектории"	6
6	2	Защита лабораторных работы № 3	6

7	3	Лабораторная работа № 4 "Программирование движений типа SPLINE"	6
8	3	Защита лабораторной работы № 4	6

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к зачету	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. 2. Локтева, С. Е. Станки с программным управлением и промышленные роботы Учебник С. Е. Локтева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986. - 320 с. ил. 3. Аншин, С. С. Проектирование и разработка промышленных роботов Под общ. ред. Я. А. Шифрина, П. Н. Белянина. - М.: Машиностроение, 1989. - 272 с. ил. 4. Белянин, П. Н. Робототехнические системы для машиностроения. - М.: Машиностроение, 1986. - 253 с. ил. 5. Зенкевич, С.Л. Основы управления манипуляционными роботами : учебное пособие / С.Л. Зенкевич, А.С. Ющенко ; под редакцией С.Л. Зенкевича, А.С. Ющенко. — 2-е изд. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2004. — 480 с. — ISBN 5-7038-2567-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/106392 (дата обращения: 03.02.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей. 6. 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.	6	15
Подготовка отчетов по лабораторным и практическим работам, подготовка к защите работ	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. 2. Локтева, С. Е. Станки с программным управлением и промышленные роботы	6	22,5

	Учебник С. Е. Локтева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986. - 320 с. ил. 3. Аншин, С. С. Проектирование и разработка промышленных роботов Под общ. ред. Я. А. Шифрина, П. Н. Белянина. - М.: Машиностроение, 1989. - 272 с. ил. 4. Белянин, П. Н. Робототехнические системы для машиностроения. - М.: Машиностроение, 1986. - 253 с. ил.		
Работа с литературными источниками	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. 2. Локтева, С. Е. Станки с программным управлением и промышленные роботы Учебник С. Е. Локтева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986. - 320 с. ил. 3. Аншин, С. С. Проектирование и разработка промышленных роботов Под общ. ред. Я. А. Шифрина, П. Н. Белянина. - М.: Машиностроение, 1989. - 272 с. ил. 4. Белянин, П. Н. Робототехнические системы для машиностроения. - М.: Машиностроение, 1986. - 253 с. ил. 5. Зенкевич, С.Л. Основы управления манипуляционными роботами : учебное пособие / С.Л. Зенкевич, А.С. Ющенко ; под редакцией С.Л. Зенкевича, А.С. Ющенко. — 2-е изд. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2004. — 480 с. — ISBN 5-7038-2567-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/106392 (дата обращения: 03.02.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей. 6. 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.	6	32

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	6	Текущий контроль	Защита практической работы №1. Знакомство с программным пакетом KUKA SIM PRO	1	5	За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 1 балл. (Всего задается пять вопросов)	экзамен
2	6	Текущий контроль	Защита практической работы №2. Знакомство с программным пакетом виртуальной системы управления OfficeLight	1	5	За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 1 балл.	экзамен
3	6	Текущий контроль	Защита практической работы №3. Работа с системой координат инструмента и базовой системой координат в программе KUKA SIM PRO. Калибровка	1	5	За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 1 балл.	экзамен
4	6	Текущий контроль	Защита практической работы №4. Создание элементарных перемещений	1	5	За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 1 балл. (Всего задается пять вопросов)	экзамен
5	6	Текущий контроль	Защита практической работы №5. Создание перемещений по траектории в программе KUKA SIM PRO	1	5	За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 1 балл. (Всего задается пять вопросов)	экзамен
6	6	Текущий контроль	Защита практической работы №6. Создание логических функций в программе KUKA SIM PRO	1	5	За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 1 балл. (Всего задается пять вопросов)	экзамен
7	6	Текущий контроль	Защита практической работы №7. Работа с блоками PATH в программе KUKA SIM PRO	1	5	За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 1 балл. (Всего задается пять вопросов)	экзамен
8	6	Текущий контроль	Защита практической работы №8. Концепция управления движением робота-манипулятора KUKA от верхнего уровня	1	5	За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 1 балл. (Всего задается пять вопросов)	экзамен

ПК-1	Умеет: Разрабатывать на языках высокого и низкого уровня управляющие программы для функционирования робототехнических систем; составлять алгоритмы перемещения робота (и/или его манипулятора) по заданной траектории и выполнения технологических операций; выбирать средства вычислительной техники и программное обеспечение для решения задач робототехники; использовать языки и системы программирования роботов.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: Разработки алгоритмов движения робота; программирования роботизированных систем, в том числе на языке KRL; программного синтеза автоматических систем управления роботов; разработки и применения информационного обеспечения совместно с разработкой программного обеспечения систем автоматизации и управления на основе SCADA-пакетов.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Локтева, С. Е. Станки с программным управлением и промышленные роботы Учебник С. Е. Локтева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986. - 320 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.

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	Электронно-	Зенкевич, С.Л. Основы управления манипуляционными

	литература	библиотечная система издательства Лань	роботами : учебное пособие / С.Л. Зенкевич, А.С. Ющенко ; под редакцией С.Л. Зенкевича, А.С. Ющенко. — 2-е изд. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2004. — 480 с. — ISBN 5-7038-2567-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/106392 (дата обращения: 03.02.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
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)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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