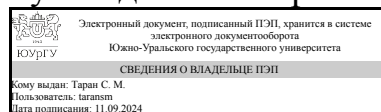


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



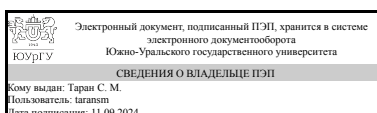
С. М. Таран

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.01 Программирование роботов и мехатронных систем
для направления 15.04.06 Мехатроника и робототехника
уровень Магистратура
форма обучения очная
кафедра-разработчик Передовая инженерная школа двигателестроения и специальной техники "Сердце Урала"

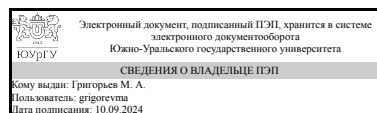
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 14.08.2020 № 1023

Директор



С. М. Таран

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
ОПК-11 Способен организовывать разработку и применение алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем	Знает: Основы высшей математики, алгоритмизации роботов и мехатронных систем Умеет: Разрабатывать алгоритмы управления для робототехнических систем и мехатронных систем, а также реализовывать их в виде программного обеспечения. Имеет практический опыт: Применение современных методов компьютерного проектирования цифровых систем с использованием элементов программируемой логики.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	1.О.08 Машинное обучение

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., 63,5 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>	48	48
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	152,5	152,5
Работа с литературными источниками	52	52
Подготовка к экзамену	46,75	46.75
Подготовка отчетов по лабораторным и практическим работам, подготовка к защите работ	53,75	53.75
Консультации и промежуточная аттестация	15,5	15,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен, КР

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	18	12	6	0
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	18	12	6	0
3	Программирование триггера и управление захватом. Работа с блоками PATH и SPLINE. Система пользовательских сообщений. Концепция управления движением робота-манипулятора KUKA от верхнего уровня	12	8	4	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1,2	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.	4
3,4	1	Среды имитационного моделирования промышленных роботов манипуляторов. Знакомство с системами координат робота: подвижные и неподвижные.	4
5,6	1	Знакомство с программным пакетом виртуальной системы управления OfficeLight. Знакомство с системами координат робота: подвижные и неподвижные. Перемещение робота и переключение режимов работы.	4
7,8	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	4
9,10	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.	4
11,12	2	Понятие о юстировке робота при вводе в эксплуатацию. Особенности работы робота под нагрузкой. Определение данных нагрузки и внесение этой информации в систему управления. Понятие о системе координат инструмента и базовой системе координат. Калибровка инструмента и базы. Основные команды движения от точки к точке. Особенности прохождения промежуточных точек на траектории. Сглаживание углов	4
13,14	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.	4
15,16	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.	4

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
3	1	Практическая работа №2. Знакомство с программным пакетом виртуальной системы управления OfficeLight	2
5	1	Практическая работа №3. Работа с системой координат инструмента и базовой системой координат в программе KUKA SIM PRO. Калибровка	2
7	2	Практическая работа №4. Создание элементарных перемещений	2
9	2	Практическая работа №5. Создание перемещений по траектории в	2

		программе KUKA SIM PRO	
11	2	Практическая работа №6. Создание логических функций в программе KUKA SIM PRO	2
13	3	Практическая работа №7. Работа с блоками PATH в программе KUKA SIM PRO	2
15	3	Практическая работа №8. Концепция управления движением робота-манипулятора KUKA от верхнего уровня	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

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. 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	2	52

	доступа: для авториз. пользователей.		
Подготовка к экзамену	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. Беянина. - М.: Машиностроение, 1989. - 272 с. ил. 4. Беянин, 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.	2	46,75
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 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. Беянина. - М.: Машиностроение, 1989. - 272 с. ил. 4. Беянин, П. Н. Робототехнические системы для машиностроения. - М.: Машиностроение, 1986. - 253 с. ил.	2	53,75

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. Знакомство с программным пакетом KUKA SIM PRO	1	5	За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 1 балл. (Всего задается пять вопросов)	экзамен
2	2	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	2	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	2	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	2	Текущий контроль	Защита практической работы №5. Создание перемещений по траектории в программе KUKA	1	5	За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 1 балл. (Всего задается пять вопросов)	экзамен

			SIM PRO				
6	2	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	2	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	2	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
9	2	Курсовая работа/проект	Курсовая работа "Управление и построение траектории движения робота-манипулятора для выполнения технологической операции"	-	10	За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 2 балла. (Всего задается пять вопросов)	курсовые работы
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 зачетный билет с четырьмя вопросами. За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 10 баллов. В сумме максимальный балл за диф. зачет составляет 40 баллов. Если студент не ответил ни на один вопрос ставится 0 баллов. Если студент хотя бы ответил правильно на 50% от заданного вопроса из 10 баллов за вопрос ставится 5 баллов.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ОПК-11	Знает: Основы высшей математики, алгоритмизации роботов и мехатронных систем	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-11	Умеет: Разрабатывать алгоритмы управления для робототехнических систем и мехатронных систем, а также реализовывать их в виде программного обеспечения.				+	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-11	Имеет практический опыт: Применение современных методов компьютерного проектирования цифровых систем с использованием элементов программируемой логики.	+	+				+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

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 издательства Лань	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.
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. 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
Лабораторные занятия	810-2 (3б)	Мультимедийное оборудование: проектор, интерактивная доска, компьютерная техника, Microsoft Office, Matlab, KUKA SIM PRO. Две роботизированные ячейки KUKA.
Практические занятия и семинары	810-2 (3б)	Мультимедийное оборудование: проектор, интерактивная доска, компьютерная техника, Microsoft Office, Matlab, KUKA SIM PRO. Две роботизированные ячейки KUKA.
Лекции	815 (3б)	Мультимедийное оборудование: проектор, интерактивная доска, компьютерная техника, Microsoft Office