



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
В.Р. Храмшин

13.02.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПРОГРАММИРОВАНИЕ РОБОТОВ-МАНИПУЛЯТОРОВ

Направление подготовки (специальность)
15.04.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль/специализация) программы
Искусственный интеллект в робототехнике

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Автоматизированного электропривода и мехатроники
Курс	1
Семестр	1

Магнитогорск
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника (приказ Минобрнауки России от 14.08.2020 г. № 1023)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и мехатроники
25.01.2024, протокол № 4

Зав. кафедрой А.А. Николаев А.А. Николаев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС
13.02.2024 г. протокол № 4

Председатель В.Р. Храмшин В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры АЭПиМ, канд. техн. наук С.А. Линьков С.А. Линьков

Рецензент:

зам. начальника ЦЭТЛ ПАО «ММК» по электроприводу, канд. техн. наук
А.Ю. Юдин А.Ю. Юдин

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.А. Николаев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.А. Николаев

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

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.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Программирование роботов-манипуляторов входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Алгоритмы управления роботами-манипуляторами

Интеллектуальные системы управления в мехатронике и робототехнике

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Программирование роботов-манипуляторов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-6	Способен разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления робототехническими системами
ПК-6.1	Знает: структуру и содержание среды имитационного моделирования промышленных роботов (KUKA SIM PRO), его состав и способы программирования; языки программирования для разработки программного обеспечения, необходимого для обработки информации и управления робототехническими системами
ПК-6.2	Умеет: создавать проект, работать со встроенной библиотекой компонентов, создавать дискретные связи системы управления роботом с цифровой периферией, объяснить принцип создания управления промышленным роботом от верхнего уровня; программировать микроконтроллеры, а также промышленные контроллеры для управления робототехническими системами и выполнения производственных задач
ПК-6.3	Имеет практический опыт: калибровки инструмента, базы, писать программы с использованием основных типов движений и отладки управляющей программы; программирования микроконтроллеров, а также промышленных контроллеров для управления

	робототехническими системами и выполнения производственных задач
ПК-9 Способен выбирать и участвовать в проведении экспериментальной проверки работоспособности программных платформ систем искусственного интеллекта по обеспечению требуемых критериев эффективности и качества функционирования	
ПК-9.1	Выбирает программные платформы систем искусственного интеллекта Знает: основные критерии эффективности и качества функционирования системы искусственного интеллекта: точность, релевантность, достоверность, целостность, быстрота решения задач, надежность, защищенность функционирования Умеет: выбирать и применять программные платформы систем искусственного интеллекта с учетом основных критериев эффективности и качества функционирования
ПК-9.2	Участвует в проведении экспериментальной проверки работоспособности систем искусственного интеллекта Знает: методы постановки задач, проведения и анализа тестовых и экспериментальных испытаний работоспособности систем искусственного интеллекта. Умеет: ставить задачи и участвовать в проведении тестовых и экспериментальных испытаний работоспособности систем искусственного интеллекта, анализировать результаты и вносить изменения Имеет практический опыт: выбора программных платформ систем искусственного интеллекта; участия в проведении экспериментальной проверки работоспособности систем искусственного интеллекта

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц 216 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 67,1 акад. часов;
- аудиторная – 64 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 113,2 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
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								
1.1 Введение. Общие сведения о роботах-манипуляторах: состав, структура, концепция. Среды имитационного моделирования промышленных роботов манипуляторов. Среды имитационного моделирования промышленных роботов манипуляторов. Знакомство с системами координат робота: подвижные и неподвижные. Знакомство с программным пакетом KUKA SIM PRO Работа с навигатором.	1	2			2	Изучение учебной и научной литературы	Устный опрос	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-9.1, ПК-9.2

1.2 Среды имитационного моделирования промышленных роботов манипуляторов. Среды имитационного моделирования промышленных роботов манипуляторов. Знакомство с системами координат робота: подвижные и неподвижные.		2			2	Изучение учебной и научной литературы	Устный опрос	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-9.1, ПК-9.2
1.3 Знакомство с программным пакетом виртуальной системы управления OfficeLight. Знакомство с системами координат робота: подвижные и неподвижные. Перемещение робота и переключение режимов работы.		2			2	Изучение учебной и научной литературы	Устный опрос	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-9.1, ПК-9.2
1.4 Практическая работа №1. Знакомство с программным пакетом KUKA SIM PRO				4	4	Подготовка к практическому занятию	Защита практической работы	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-9.1, ПК-9.2
1.5 Практическая работа №2. Знакомство с программным пакетом виртуальной системы управления OfficeLight				4	4	Подготовка к практическому занятию	Защита практической работы	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-9.1, ПК-9.2
1.6 Практическая работа №3. Работа с системой координат инструмента и базовой системой координат в программе KUKA SIM PRO. Калибровка				4	4	Подготовка к практическому занятию	Защита практической работы	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-9.1, ПК-9.2
1.7 Лабораторная работа № 1 "Перемещение робота в ручную и переключение режимов работы"			4		4	Подготовка к лабораторной работе	Защита лабораторной работы	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-9.1, ПК-9.2
1.8 Лабораторная работа № 2 "Работа с системой координат инструмента и базовой системой координат"			4		4	Подготовка к лабораторной работе	Защита лабораторной работы	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-9.1, ПК-9.2
Итого по разделу	6	8	12	26				
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								

2.1 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 с 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	1	2			2	Изучение учебной и научной литературы	Устный опрос	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-9.1, ПК-9.2
2.2 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 роботомманипулятором для выполнения логических операций		2			2	Изучение учебной и научной литературы	Устный опрос	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-9.1, ПК-9.2
2.3 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			2	Изучение учебной и научной литературы	Устный опрос	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-9.1, ПК-9.2
2.4 Практическая работа №4. Создание элементарных перемещений				4	4	Подготовка к практическому занятию	Защита практической работы	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-9.1, ПК-9.2
2.5 Практическая работа №5. Создание перемещений по траектории в программе KUKA SIM PRO				4	4	Подготовка к практическому занятию	Защита практической работы	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-9.1, ПК-9.2

2.6 Практическая работа №6. Создание логических функций в программе KUKA SIM PRO				4	4	Подготовка к практическому занятию	Защита практической работы	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-9.1, ПК-9.2
2.7 Лабораторная работа № 3 "Создание перемещений траекторий" по			4		4	Подготовка к лабораторной работе	Защита лабораторной работы	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-9.1, ПК-9.2
Итого по разделу		6	4	12	22			
3. Программирование триггера и управление захватом. Работа с блоками PATH и SPLINE. Система пользовательских сообщений. Концепция управления движением робота-манипулятора KUKA от верхнего уровня								
3.1 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.	1	2			2	Изучение учебной и научной литературы	Устный опрос	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-9.1, ПК-9.2
3.2 Создание пользовательских сообщений в системе HMI роботаманипулятора. Концепция управления роботом-манипулятором от ПЛК. Шлейф дискретных сигналов для удаленного управления от ПЛК. Организация выбора программ от удаленного ПЛК.		2			2	Изучение учебной и научной литературы	Устный опрос	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-9.1, ПК-9.2
3.3 Практическая работа №7. Работа с блоками PATH в программе KUKA SIM PRO				4	4	Подготовка к практическому занятию	Защита практической работы	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-9.1, ПК-9.2
3.4 Практическая работа №8. Концепция управления движением роботаманипулятора KUKA от верхнего уровня				4	4	Подготовка к практическому занятию	Защита практической работы	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-9.1, ПК-9.2
3.5 Лабораторная работа № 4 "Программирование движений типа SPLINE"			4		4	Подготовка к лабораторной работе	Защита лабораторной работы	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-9.1, ПК-9.2
Итого по разделу		4	4	8	16			
4. Экзамен								

4.1 Экзамен	1				49,2	Подготовка к экзамену. Изучение учебной и научной литературы.	Экзамен	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-9.1, ПК-9.2
Итого по разделу					49,2			
Итого за семестр		16	16	32	113,2		экзамен	
Итого по дисциплине		16	16	32	113,2		экзамен	

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Программирование роботов-манипуляторов» используются традиционная и модульно - компетентностная технологии. Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу происходит с использованием мультимедийного оборудования. Лекции проходят в традиционной форме и в форме лекций-консультаций. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы. Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий, при решении задач на практических занятиях, при подготовке к контрольным работам и итоговой аттестации.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Иванов, А. А. Основы робототехники : учебное пособие / А.А. Иванов. — 2-е изд., испр. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 223 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-014622-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1815965> (дата обращения: 02.07.2022). — Режим доступа: по подписке.

2. Копылов, Ю. Р. Основы компьютерных цифровых технологий машиностроения : учебник / Ю. Р. Копылов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 496 с. — ISBN 978-5-8114-3913-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/207086> (дата обращения: 02.07.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Лебедев, С. К. Кинематика и динамика электромехатронных систем в робототехнике : учебное пособие / С. К. Лебедев, А. Р. Колганов. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 352 с. - ISBN 978-5-9729-0689-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1831994> (дата обращения: 02.07.2022). — Режим доступа: по подписке.

2. Веретехина, С. В. Модели, методы, алгоритмы и программные решения вычислительных машин, комплексов и систем : учебник / С.В. Веретехина, В.Л. Симонов, О.Л. Мнацаканян. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 306 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-016656-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1210403> (дата обращения: 02.07.2022). — Режим доступа: по подписке.

в) Методические указания:

1. Крамаренко, Н. В. Алгоритмы управления движениями точки и робота-манипулятора : учебное пособие / Н. В. Крамаренко, А. А. Рыков. — Новосибирск : НГТУ, 2016. — 87 с. — ISBN 978-5-7782-2977-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118104> (дата обращения: 02.07.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Неклюдов, А. Н. Кинематика управления манипулятором. Исследование

динамики двухступенного манипулятора : учебно-методическое пособие / А. Н. Неклюдов, И. В. Трошко, М. Ю. Чалова. — Москва : РУТ (МИИТ), 2019. — 43 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/175767> (дата обращения: 02.07.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа (123М, 227М, 023М):

- мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.
- комплекс тестовых заданий для проведения промежуточных и рубежных контролей.

Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (227а, 023М, 139М):

- мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.
- комплекс тестовых заданий для проведения промежуточных и рубежных контролей.

Помещения для самостоятельной работы (227а, 139М):

- персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:

- шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий.

Приложение 1. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения с проработкой материала с консультациями преподавателя и оформления выполненных лабораторных работ, с проработкой основных вопросов к практическим занятиям и лабораторным работам.

Перечень лабораторных работ по дисциплине:

Лабораторная работа № 1 "Перемещение робота вручную и переключение режимов работы"

Лабораторная работа № 2 "Работа с системой координат инструмента и базовой системой координат"

Лабораторная работа № 3 "Создание перемещений по траектории"

Лабораторная работа № 4 "Программирование движений типа SPLINE"

Перечень практических заданий по дисциплине:

Практическая работа №1. Знакомство с программным пакетом KUKA SIM

Практическая работа №2. Знакомство с программным пакетом виртуальной системы управления OfficeLight

Практическая работа №3. Работа с системой координат инструмента и базовой системой координат в программе KUKA SIM PRO. Калибровка

Практическая работа №4. Создание элементарных перемещений

Практическая работа №5. Создание перемещений по траектории в программе KUKA SIM PRO

Практическая работа №6. Создание логических функций в программе KUKA SIM PRO

Практическая работа №7. Работа с блоками PATH в программе KUKA SIM PRO

Практическая работа №8. Концепция управления движением робота манипулятора KUKA от верхнего уровня

Вопросы для самостоятельной проработки:

1. Как создать проект?
2. Какие основные компоненты содержит библиотека программы моделирования?
3. Как изменять свойства компонентов библиотек?
4. Как привязывать инструмент к роботу-манипулятору?
5. Как выполнять серфинг в среде программирования, назначение кнопок мыши
6. Какие требования предъявляет среда программирования и моделирования к ЭВМ.
7. Для чего нужна виртуальная среда моделирования системы управления OfficeLight
8. Как запустить OfficeLight ?
9. Как переключать режимы работы робота в OfficeLight
10. Как производить коррекцию скорости и автономном режимах работы в OfficeLight
11. Как связать OfficeLight и программу KUKA SIM PRO
12. Как передать программу из KUKA SIM PRO в OfficeLight
13. Поясните понятие система координат робота-манипулятора.
14. Что такое система координат инструмента, как ее задавать в среде OfficeLight.
15. Что такое система координат базы, как ее задавать в среде OfficeLight.
16. Как переключаться в универсальную систему координат в среде KUKA SIM PRO.
17. В какой системе координат работает система управления робота манипулятора.
18. 6. Как могут располагаться системы координат робота-манипулятора в пространстве.
19. Поясните понятие калибровка инструмента?
20. Поясните понятие калибровка базы?

21. Как производится калибровка целевой точки TCP в KUKA SIM PRO?
22. Как производится калибровка базовой системы координат в KUKA SIM PRO?
23. Поясните понятие TCP – Tool Center Point.
24. Как пользоваться инструментом привязок в среде KUKA SIM PRO.
25. Пояснить значение пиктограмм на экране пульта.
26. Как выбрать программу на исполнение
27. Как выбрать программу на редактирование
28. Как перейти на другого пользователя
29. Как переключать режимы работы робота
30. Как производить коррекцию скорости и автономном режимах работы
31. Назовите основные виды движений, которые может реализовать промышленный робот манипулятор фирмы KUKA в среде KUKA SIM PRO
32. Недостатки использования команды LIN в среде KUKA SIM PRO
33. Назовите преимущества и недостатки PTP вида движения в среде KUKA SIM PRO
34. Поясните как работает вид движения CIRC, как осуществляется его программирование в среде KUKA SIM PRO
35. Что означает Spline перемещение в среде KUKA SIM PRO
36. Какая разница между блоками CP и PTP Spline в среде KUKA SIM PRO
37. Как система управления роботом-манипулятором выстраивает траекторию движения целевой точки.
38. Как создать программу в среде KUKA SIM PRO.
39. Определите понятие TCP в среде KUKA SIM PRO.
40. Для какой целевой точки пишется программ в среде KUKA SIM PRO
41. Что нужно учитывать при создании траектории перемещения в среде KUKA SIM PRO.
42. Какие требования безопасности надо выполнить при создании траектории перемещения в среде KUKA SIM PRO
43. Поясните возможности логического управления движением робота в программе KUKA SIM PRO.
44. Какое количество дискретных входов и выходов содержит система управления KR C4 в программе KUKA SIM PRO.
45. Как выполняется конфигурирование дискретных выходов в программе KUKA SIM PRO.
46. Назовите назначение функции wait в программе KUKA SIM PRO.
47. Поясните что такое триггер в программе KUKA SIM PRO.
48. Объясните возможность параллельного управления логиков в процессе движения робота в программе KUKA SIM PRO.
49. Как реализовать Spline блок в симуляторе KUKA SIM PRO?
50. Как воспринимает система управления роботом Spline блок в программе KUKA SIM PRO?
51. Чем отличается блок PATH от блока Spline в программе KUKA SIM PRO?
52. Когда следует применять команду PATH в программе KUKA SIM PRO?
53. Какие команды логики работают внутри блока Spline в программе KUKA SIM PRO?
54. Имеется ли возможность сглаживания траектории внутри блока Spline в программе KUKA SIM PRO?
55. Назовите основные элементы технологических линий, которые находятся в библиотеке в программе KUKA SIM PRO.
56. Как можно изменять скорость транспортерных роликов?

57. Как связывать дискретные сигналы от системы управления роботом с сигналами технологической линии?
58. Как симулировать дискретные сигналы.
59. Как изменять размеры кубиков на технологической роликовой линии?
60. Как работать с вакуумным захватом? Как номер дискретного сигнала управления в системе управления роботом используется по умолчанию.
61. Какие сигналы управляют дистанционным выбором номер программы от ПЛК ?
62. Как организовывается управление роботом от ПЛК верхнего уровня?
63. Назовите количество осей робота манипулятора?
64. Как управлять отдельно по осям в ручном режиме?
65. Как изменять скорость перемещения?
66. Цель режима T1 и T2
67. Назовите расположение осей 1 и 3, 5 и 6
68. Поясните понятие система координат робота-манипулятора.
69. Что такое система координат инструмента, как ее задавать в SmartPad.
70. Что такое система координат базы, как ее задавать в SmartPad.
71. Как переключаться в универсальную систему координат в SmartPad.
72. В какой системе координат работает система управления робота манипулятора в SmartPad.
73. Как могут располагаться системы координат робота-манипулятора в пространстве в SmartPad.
74. Назовите основные виды движений, которые может реализовать промышленный робот манипулятор фирмы KUKA в SmartPad.
75. Недостатки использования команды LIN в SmartPad.
76. Назовите преимущества и недостатки PTP вида движения в SmartPad.
77. Поясните как работает вид движения CIRC, как осуществляется его программирование в SmartPad.
78. Что означает Spline перемещение в SmartPad.
79. Какая разница между блоками CP и PTP Spline в SmartPad.
80. Как реализовать функцию движения типа Spline в SmartPad
81. Как посмотреть текущее положение целевой точки?
82. С какой точностью выполняется позиционирование целевой точки?
83. Преимущества использования Spline блоков.
84. Как работают команды логики в Spline блоке?
85. Как задается скорость элементов движения внутри блока Spline.

Приложение 2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за период семестр и проводится в форме зачета

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
<i>ПК-6: Способен разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления робототехническими системами</i>		
ПК-6.1	Знает: структуру и содержание среды имитационного моделирования промышленных роботов (KUKA SIM PRO), его состав и способы программирования; языки программирования для разработки программного обеспечения, необходимого для обработки информации и управления робототехническими системами	Перечень вопросов для подготовки к защите: 1. Как создать проект? 2. Какие основные компоненты содержит библиотека программы моделирования? 3. Как изменять свойства компонентов библиотек? 4. Как привязывать инструмент к роботу-манипулятору? 5. Как выполнять серфинг в среде программирования, назначение кнопок мыши 6. Какие требования предъявляет среда программирования и моделирования к ЭВМ. 7. Для чего нужна виртуальная среда моделирования системы управления OfficeLight 8. Как запустить OfficeLight ? 9. Как переключать режимы работы робота в OfficeLight 10. Как производить коррекцию скорости и автономном режимах работы в OfficeLight 11. Как связать OfficeLight и программу KUKA SIM PRO 12. Как передать программу из KUKA SIM PRO в OfficeLight 13. Поясните понятие система координат робота-манипулятора. 14. Что такое система координат инструмента, как ее задавать в среде OfficeLight. 15. Что такое система координат базы, как ее задавать в среде OfficeLight. 16. Как переключаться в универсальную систему координат в среде KUKA SIM PRO. 17. В какой системе координат работает

		система управления робота манипулятора. 18. 6. Как могут располагаться системы координат робота-манипулятора в пространстве. 19. Поясните понятие калибровка инструмента? 20. Поясните понятие калибровка базы? 21. Как производится калибровка целевой точки TCP в KUKA SIM PRO? 22. Как производится калибровка базовой системы координат в KUKA SIM PRO? 23. Поясните понятие TCP – Tool Center Point. 24. Как пользоваться инструментом привязок в среде KUKA SIM PRO. 25. Пояснить значение пиктограмм на экране пульта. 26. Как выбрать программу на исполнение 27. Как выбрать программу на редактирование 28. Как перейти на другого пользователя 29. Как переключать режимы работы робота 30. Как производить коррекцию скорости и автономном режимах работы
ПК-6.2	Умеет: создавать проект, работать со встроенной библиотекой компонентов, создавать дискретные связи системы управления роботом с цифровой периферией, объяснить принцип создания управления промышленным роботом от верхнего уровня; программировать микроконтроллеры, а также промышленные контроллеры для управления робототехническими системами и выполнения производственных задач	Перечень лабораторных работ по дисциплине: Лабораторная работа № 1 "Перемещение робота вручную и переключение режимов работы" Лабораторная работа № 2 "Работа с системой координат инструмента и базовой системой координат" Лабораторная работа № 3 "Создание перемещений по траектории" Лабораторная работа № 4 "Программирование движений типа SPLINE" Перечень практических заданий по дисциплине: Практическая работа №1. Знакомство с программным пакетом KUKA SIM Практическая работа №2. Знакомство с программным пакетом виртуальной системы управления OfficeLight Практическая работа №3. Работа с системой координат инструмента и базовой системой координат в программе KUKA SIM PRO. Калибровка Практическая работа №4. Создание элементарных перемещений Практическая работа №5. Создание перемещений по траектории в программе

		KUKA SIM PRO Практическая работа №6. Создание логических функций в программе KUKA SIM PRO Практическая работа №7. Работа с блоками PATH в программе KUKA SIM PRO Практическая работа №8. Концепция управления движением робота манипулятора KUKA от верхнего уровня
ПК-6.3	Имеет практический опыт: калибровки инструмента, базы, писать программы с использованием основных типов движений и отладки управляющей программы; программирования микроконтроллеров, а также промышленных контроллеров для управления робототехническими системами и выполнения производственных задач	Перечень лабораторных работ по дисциплине: Лабораторная работа № 1 "Перемещение робота вручную и переключение режимов работы" Лабораторная работа № 2 "Работа с системой координат инструмента и базовой системой координат" Лабораторная работа № 3 "Создание перемещений по траектории" Лабораторная работа № 4 "Программирование движений типа SPLINE" Перечень практических заданий по дисциплине: Практическая работа №1. Знакомство с программным пакетом KUKA SIM Практическая работа №2. Знакомство с программным пакетом виртуальной системы управления OfficeLight
ПК-9: Способен выбирать и участвовать в проведении экспериментальной проверки работоспособности программных платформ систем искусственного интеллекта по обеспечению требуемых критериев эффективности и качества функционирования		
ПК-9.1	Выбирает программные платформы систем искусственного интеллекта Знает: основные критерии эффективности и качества функционирования системы искусственного интеллекта: точность, релевантность, достоверность, целостность, быстрота решения задач, надежность, защищенность функционирования Умеет: выбирать и применять	Перечень вопросов для подготовки к защите: 1. Назовите основные виды движений, которые может реализовать промышленный робот манипулятор фирмы KUKA в среде KUKA SIM PRO 2. Недостатки использования команды LIN в среде KUKA SIM PRO 3. Назовите преимущества и недостатки PTP вида движения в среде KUKA SIM PRO 4. Поясните как работает вид движения CIRC, как осуществляется его программирование в среде KUKA SIM PRO 5. Что означает Spline перемещение в среде KUKA SIM PRO 6. Какая разница между блоками CP и PTP Spline в среде KUKA SIM PRO 7. Как система управления роботом-манипулятором выстраивает траекторию движения целевой точки. 8. Как создать программу в среде KUKA

	программные платформы систем искусственного интеллекта с учетом основных критериев эффективности и качества функционирования	SIM PRO. 9. Определите понятие TCP в среде KUKA SIM PRO. 10. Для какой целевой точки пишется программ в среде KUKA SIM PRO 11. Что нужно учитывать при создании траектории перемещения в среде KUKA SIM PRO. 12. Какие требования безопасности надо выполнить при создании траектории перемещения в среде KUKA SIM PRO 13. Поясните возможности логического управления движением робота в программе KUKA SIM PRO. 14. Какое количество дискретных входов и выходов содержит система управления KR C4 в программе KUKA SIM PRO. 15. Как выполняется конфигурирование дискретных выходов в программе KUKA SIM PRO. 16. Назовите назначение функции wait в программе KUKA SIM PRO. 17. Поясните что такое триггер в программе KUKA SIM PRO. 18. Объясните возможность параллельного управления логиков в процессе движения робота в программе KUKA SIM PRO. 19. Как реализовать Spline блок в симуляторе KUKA SIM PRO? 20. Как воспринимает система управления роботом Spline блок в программе KUKA SIM PRO? 21. Чем отличается блок PATH от блока Spline в программе KUKA SIM PRO? 22. Когда следует применять команду PATH в программе KUKA SIM PRO? 23. Какие команды логики работают внутри блока Spline в программе KUKA SIM PRO? 24. Имеется ли возможность сглаживания траектории внутри блока Spline в программе KUKA SIM PRO? 25. Назовите основные элементы технологических линий, которые находятся в библиотеке в программе KUKA SIM PRO. 26. Как можно изменять скорость транспортных роликов? 27. Как связывать дискретные сигналы от системы управления роботом с сигналами технологической линии? 28. Как симулировать дискретные сигналы. 29. Как изменять размеры кубиков на технологической роликовой линии? 30. Как работать с вакуумным захватом?
--	---	---

		Как номер дискретного сигнала управления в системе управления роботом используется по умолчанию. 31. Какие сигналы управляют дистанционным выбором номер программы от ПЛК ? 32. Как организовывается управление роботом от ПЛК верхнего уровня? 33. Назовите количество осей робота манипулятора? 34. Как управлять отдельно по осям в ручном режиме? 35. Как изменять скорость перемещения? 36. Цель режима T1 и T2 37. Назовите расположение осей 1 и 3, 5 и 6 38. Поясните понятие система координат робота-манипулятора. 39. Что такое система координат инструмента, как ее задавать в SmartPad. 40. Что такое система координат базы, как ее задавать в SmartPad. 41. Как переключаться в универсальную систему координат в SmartPad. 42. В какой системе координат работает система управления робота манипулятора в SmartPad. 43. Как могут располагаться системы координат робота-манипулятора в пространстве в SmartPad. 44. Назовите основные виды движений, которые может реализовать промышленный робот манипулятор фирмы KUKA в SmartPad. 45. Недостатки использования команды LIN в SmartPad. 46. Назовите преимущества и недостатки PTP вида движения в SmartPad. 47. Поясните как работает вид движения CIRC, как осуществляется его программирование в SmartPad. 48. Что означает Spline перемещение в SmartPad. 49. Какая разница между блоками CP и PTP Spline в SmartPad. 50. Как реализовать функцию движения типа Spline в SmartPad 51. Как посмотреть текущее положение целевой точки? 52. С какой точностью выполняется позиционирование целевой точки? 53. Преимущества использования Spline блоков. 54. Как работают команды логики в Spline блоке?
--	--	---

		55. Как задается скорость элементов движения внутри блока Spline.
ПК-9.2	Участвует в проведении экспериментальной проверки работоспособности систем искусственного интеллекта Знает: методы постановки задач, проведения и анализа тестовых и экспериментальных испытаний работоспособности систем искусственного интеллекта. Умеет: ставить задачи и участвовать в проведении тестовых и экспериментальных испытаний работоспособности систем искусственного интеллекта, анализировать результаты и вносить изменения Имеет практический опыт: выбора программных платформ систем искусственного интеллекта; участия в проведении экспериментальной проверки работоспособности систем искусственного интеллекта	Примерные практические задания: Практическая работа №3. Работа с системой координат инструмента и базовой системой координат в программе KUKA SIM PRO. Калибровка Практическая работа №4. Создание элементарных перемещений Практическая работа №5. Создание перемещений по траектории в программе KUKA SIM PRO Практическая работа №6. Создание логических функций в программе KUKA SIM PRO Практическая работа №7. Работа с блоками PATH в программе KUKA SIM PRO Практическая работа №8. Концепция управления движением робота манипулятора KUKA от верхнего уровня

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Изучение учебной дисциплины «Программирование роботов-манипуляторов» завершается экзаменом.

Экзамен по данной дисциплине проводится в письменной форме с последующим устным собеседованием. Экзаменационный билет содержит 2 теоретических и 1

практический вопрос.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

- **на оценку «отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
- **на оценку «хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
- **на оценку «удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
- **на оценку «неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.
- **на оценку «неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.