МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор-проректор по учебной работе
_____ / Д.Е. Овчинников
"_____" _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.03.07 «Робототехнические системы в приборостроении»

Код и направление подготовки (специальность)	12.03.01 Приборостроение
Направленность (профиль)	Информационно-измерительная техника и технологии
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2024
Институт / факультет	Институт автоматики и информационных технологий
Выпускающая кафедра	кафедра "Информационно-измерительная техника"
Кафедра-разработчик	кафедра "Информационно-измерительная техника"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	216 / 6
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Экзамен

Самара 2024

Б1.В.03.07 «Робототехнические системы в приборостроении»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **12.03.01 Приборостроение**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 945 от 19.09.2017 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Доцент, кандидат технических наук, доцент	Е.В Мельников
(должность, степень, ученое звание)	(ФИО)
Заведующий кафедрой	Е.Е. Ярославкина, кандидат технических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета факультета / института (или учебно-методической комиссии)	Я.Г Стельмах, кандидат педагогических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)
Руководитель образовательной программы	В.В. Муратова, кандидат технических наук
	(ФИО, степень, ученое звание)

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы 6
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся 6
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий 7
4.1 Содержание лекционных занятий 7
4.2 Содержание лабораторных занятий 9
4.3 Содержание практических занятий 10
4.4. Содержание самостоятельной работы 12
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) 14
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения 14
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем 15
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) 15
9. Методические материалы 16
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) 18

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-1 способность к анализу поставленной задачи исследований в области приборостроения	ПК-1.1 Осуществляет реализацию намеченного плана исследований; находит решения конкретных задач в области реализации систем поставленной задачи	Знать Основные методы анализа поставленных задач и способы оценки их сравнительной эффективности.Знать пути решения поставлен-ной задачи исследования.
		ПК-1.2 Формулирует задачу исследований в области приборостроения и определяет пути их решения; анализирует поставленные задачи исследований и способы решения этих задач	Владеть Навыками решения конкретных задач в области реализации систем поставленной задачи, навыками анализа поставленной задачи исследований и способами решения этих задач.
			Уметь Формулировать задачу исследований в области приборостроения и определять пути их решения.
	ПК-2 способность к математическому моделированию процессов и объектов приборостроения и их исследованию на базе стандартных пакетов автоматизированн ого проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов	ПК-2.1 Разрабатывает математическую модель эксперимента; составляет математические модели, анализирует и обрабатывает измерительную информацию	Владеть навыками программирования для обработки экспериментальных данных в автоматизированной среде.

			Знать базовые принципы и методы организации экспериментальных исследований, основные источники научно-технической информации, методы планирования и проведения измерительного эксперимента; современную измерительную и вычислительную технику, основы программирования; современную измерительную и вычислительную технику
		ПК-2.2 Проводит статистическую обработку результатов эксперимента в стандартных автоматизированных пакетах; владеет структурой программирования алгоритма обработки экспериментальных данных в автоматизированном пакете	Владеть навыками составления математической модели, анализом и обработкой из мерительной информации
			Уметь проводить статистическую обработку результатов эксперимента в стандартных автоматизированных пакетах, составлять алгоритм обработки экспериментальных данных в автоматизированных системах
	ПК-3 способность к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике	ПК-3.1 Определяет метрологические характеристики, находит погрешности средств измерений, вносит поправки в результат измерения, выявляет промахи измерений	Владеть навыками проведения измерений и оценки погрешности измерений, оценки качества изделий
			Знать основные метрологические методы и средства измерения
		ПК-3.2 Владеет математическим аппаратом (дифференцирование, интегрирование, математический анализ) для анализа и расчета погрешностей	Знать математический аппарат (дифференцирование, интегрирование, математический анализ)
			Уметь применять современный математический аппарат для анализа и расчета погрешностей

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **обязательная часть**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
ПК-1	Анализ случайных процессов в приборостроении; Анализ случайных сигналов и процессов в измерительной технике; Измерение электрических и магнитных величин; Математические основы информационно-измерительной техники; Практико-ориентированный проект; Программирование микропроцессоров; Производственная практика: научно-исследовательская работа; Современная цифровая схемотехника средств измерений; Теоретические основы информационно-измерительной техники; Теория сигналов и цепей	Основы конструирования и технологии приборостроения; Практико-ориентированный проект	Измерение неэлектрических величин; Методы анализа и обработки сигналов; Планирование и организация эксперимента; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Практико-ориентированный проект; Преобразование измерительных сигналов; Производственная практика: преддипломная практика; Стандарты в приборостроении; Цифровые измерительные устройства
ПК-2	Анализ случайных процессов в приборостроении; Анализ случайных сигналов и процессов в измерительной технике; Математические основы информационно-измерительной техники; Математические основы моделирования; Математическое программирование; Производственная практика: научно-исследовательская работа; Теория сигналов и цепей; Численные методы	Интегрированные технологические системы в приборостроении; Информационная поддержка изделий-технологии в приборостроении	Моделирование процессов и систем; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Производственная практика: преддипломная практика
ПК-3	Измерение электрических и магнитных величин; Измерительные преобразователи; Математические основы моделирования; Практико-ориентированный проект; Производственная практика: научно-исследовательская работа; Теоретические основы информационно-измерительной техники	Практико-ориентированный проект	Измерение неэлектрических величин; Информационная теория измерений; Моделирование процессов и систем; Основы теории информации; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Практико-ориентированный проект; Преобразование измерительных сигналов; Производственная практика: преддипломная практика

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	6 семестр часов / часов в электронной форме
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	96	96
Лабораторные работы	32	32
Лекции	32	32
Практические занятия	32	32
Внеаудиторная контактная работа, КСР	6	6
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	78	78
подготовка к лабораторным работам	30	30
подготовка к лекциям	40	40
подготовка к экзамену	8	8
Контроль	36	36
Итого: час	216	216
Итого: з.е.	6	6

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Математические основы теории систем	6	8	10	30	54
2	Этапы моделирования робототехнических систем	6	8	10	30	54
3	Робототехнические системы и их части	20	16	12	18	66
	КСР	0	0	0	0	6
	Контроль	0	0	0	0	36
	Итого	32	32	32	78	216

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
6 семестр				

1	Математические основы теории систем	Введение в робототехнические системы.	Введение. Цель и задачи дисциплины. Основные понятия. Роботы. Предназначение роботов. Виды роботов. Постановка задачи моделирования робототехнической системы. Возникающие сложности	2
2	Математические основы теории систем	Математические основы теории систем	Понятие системы. Свойства системы. Робототехническая система как модель в виде «Черного ящика».	2
3	Математические основы теории систем	Математические основы теории систем	Модель состава системы. Обработка сигналов. Преобразование Лапласа.	2
4	Этапы моделирования робототехнических систем	Этапы моделирования робототехнической системы	Определение видов входного воздействия. Желаемые выходные сигналы.	2
5	Этапы моделирования робототехнических систем	Этапы моделирования робототехнической системы	Постановка задачи получения модели желаемой системы. Методы решения. Критерии качества полученного решения	2
6	Этапы моделирования робототехнических систем	Этапы моделирования робототехнической системы	Постановка задачи получения модели желаемой системы. Методы решения. Критерии качества полученного решения	2
7	Робототехнические системы и их части	Структурные схемы	Структурная схема робота.	2
8	Робототехнические системы и их части	Регуляторы в робототехнических системах.	Регуляторы в робототехнических системах. Виды регуляторов и различные законы регулирования.	2
9	Робототехнические системы и их части	Силовые привода в робототехнических системах	Двигатели, используемые в робототехнических системах: двигатели постоянного тока, шаговые двигатели, гидравлические приводы, пневматические приводы..	2
10	Робототехнические системы и их части	Захваты роботов	. Захваты как часть робота. Параметры захватов. Манипуляторы. Определение и свойства манипуляторов. Момент инерции и момент силы. Сигналы для перемещения манипуляторов.	2
11	Робототехнические системы и их части	Датчики положения робототехнических систем	Акселерометр. Гироскоп. Инерциальные датчики.	2
12	Робототехнические системы и их части	Геопозиционные системы в робототехнике	Принципы функционирования. Точность. Переотражение сигнала	2
13	Робототехнические системы и их части	Машинное зрение	Системы машинного зрения. Бинокулярность. Определение размеров и расстояния. Лидары	2
14	Робототехнические системы и их части	Сенсоры робототехнических систем	Тактильные сенсоры. Датчики физических величин. Mems - датчики	2
15	Робототехнические системы и их части	Мобильные роботосистемы	Шагающие роботы. Требования к шагающим роботам. Колесные и гусеничные системы. Дроны	2

16	Робототехнические системы и их части	Системы управления роботами.	Микропроцессорные системы реального времени.. Искусственный интеллект	2
			Итого за семестр:	**32**
			Итого:	**32**

4.2 Содержание лабораторных занятий

№ занятия	**Наименование раздела**	**Тема лабораторного занятия**	**Содержание лабораторного занятия** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов / часов в электронной форме**
6 семестр				
1	Математические основы теории систем	Робототехническая система ка черный ящик	Понятие системы. Свойства системы. Робототехническая система как модель в виде «Черного ящика». Модель состава системы.	2
2	Математические основы теории систем	Робототехническая система ка черный ящик	Понятие системы. Свойства системы. Робототехническая система как модель в виде «Черного ящика». Модель состава системы.	2
3	Математические основы теории систем	Робототехническая система ка черный ящик	Обработка сигналов. Преобразование Лапласа	2
4	Математические основы теории систем	Робототехническая система ка черный ящик	Обработка сигналов. Преобразование Лапласа. Контрольная точка 1. Отчет по лабораторным работам	2
5	Этапы моделирования робототехнических систем	Работа с сигналами	Определение видов входного воздействия. Желаемые выходные сигналы. Соотнесение входных и выходных сигналов	2
6	Этапы моделирования робототехнических систем	Аэродинамическое проектирование, силовые установки и летнотехнические характеристики беспилотных авиационных систем	Методы аэродинамического расчёта: аналитические, численные (CFD), экспериментальные (продувки в аэродинамических трубах). Практическая аэродинамика: расчёт профиля крыла, построение поляр. Расчёт сил и моментов, действующих на планер. Определение положения центра давления и центра масс. Балансировка БАС. Центровка для различных загрузок.	2
7	Этапы моделирования робототехнических систем	Прочностное проектирование, конструкция планера, материалы и технологичность	Нагрузки на конструкцию БАС. Силовые схемы планера. Проектирование конструктивносиловой схемы (КСС). Расчёт на прочность, жёсткость и устойчивость. Метод конечных элементов (МКЭ). Разработка КЭ-моделей. Анализ статической прочности, усталости, флаттера, аэроупругой устойчивости, вибропрочности и ресурса. Выбор материалов: алюминиевые, титановые, магниевые сплавы; полимерные композиционные материалы.	2

8	Этапы моделирования робототехнических систем	Моделирование динамики полёта и систем управления беспилотных авиационных систем	Математические модели динамики полёта БАС. Уравнения движения в продольном и боковом каналах. Линейные и нелинейные модели. Расчёт устойчивости, управляемости, запасов управления. Системы автоматического управления (САУ): структура, алгоритмы, контура стабилизации и наведения. Идентификация и верификация моделей по результатам стендовых и летных испытаний. Полунатурное моделирование. Подготовка технических заданий для разработчиков систем управления. Отработка систем управления на пилотажных стендах. Имитационное моделирование, применение подходов MIL/SIL для проверки алгоритмов управления (Engee). Контрольная точка 2. Отчет по лабораторным работам	2
9	Робототехнические системы и их части	Захваты роботов	Захваты как часть робота. Параметры захватов. Манипуляторы. Определение и свойства манипуляторов. Момент инерции и момент силы. Сигналы для перемещения манипуляторов.	2
10	Робототехнические системы и их части	Захваты роботов	Захваты как часть робота. Параметры захватов. Манипуляторы. Определение и свойства манипуляторов. Момент инерции и момент силы. Сигналы для перемещения манипуляторов.	2
11	Робототехнические системы и их части	Шаговые приводы	Скорость. Точность. Момент. Микрошаг	2
12	Робототехнические системы и их части	Шаговые приводы	Скорость. Точность. Момент. Микрошаг. Контрольная точка 3. Отчет по лабораторным работам	2
13	Робототехнические системы и их части	Машинное зрение	Видеопоток. Матрица. Разрешающая способность.Распознование	2
14	Робототехнические системы и их части	Машинное зрение	Видеопоток. Матрица. Разрешающая способность.Распознование	2
15	Робототехнические системы и их части	Инерциальные системы	Точность. Акселерометр. Магнетометр. Гироскоп	2
16	Робототехнические системы и их части	Инерциальные системы	Точность. Акселерометр. Магнетометр. Гироскоп. Контрольная точка 4. Отчет по лабораторным работам	2
			Итого за семестр:	**32**
			Итого:	**32**

4.3 Содержание практических занятий

№ занятия	**Наименование раздела**	**Тема практического занятия**	**Содержание практического занятия** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов / часов в электронной форме**
6 семестр				

1	Математические основы теории систем	Кинематические связи. Моделирование. Общие положения	Механизм. Эквивалентность. Элементарные. Кинематическая диаграмма.	2
2	Математические основы теории систем	Кинематические связи. Моделирование. Общие положения	Механизм. Эквивалентность. Элементарные. Кинематическая диаграмма.	2
3	Математические основы теории систем	Моделирование кинематики плоских многозвенных механизмов в среде MatLab	Построение плана ускорений	2
4	Математические основы теории систем	Моделирование кинематики плоских многозвенных механизмов в среде MatLab	Построение положения механизма. Контрольная точка 5. Опрос	2
5	Математические основы теории систем	Моделирование кинематики плоских многозвенных механизмов в среде MatLab	Исследование скоростей точек механизма	2
6	Этапы моделирования робототехнических систем	Разработка математического описания робота	Разработка трехмерной модели.	2
7	Этапы моделирования робототехнических систем	Разработка математического описания робота	Уравнения математической модели робота	2
8	Этапы моделирования робототехнических систем	Разработка математического описания робота	Коэффициент сцепления. Скольжение. Контрольная точка 6. Опрос	2
9	Этапы моделирования робототехнических систем	Синтез управлений по упрощенной модели	Нелинейная многосвязная система, Линейная модель.	2
10	Этапы моделирования робототехнических систем	Регуляторы	ПИД, ПИ, Релейный регулятор. Регулятор с запаздыванием	2
11	Робототехнические системы и их части	Физические основы функционирования пневматических приводов в составе роботов и робототехнических систем	Моделирование работы пневмоцилиндров	2

12	Робототехнические системы и их части	Физические основы функционирования пневматических приводов в составе роботов и робототехнических систем	Моделирование работы пневмоцилиндров. Контрольная точка 7. Опрос	2
13	Робототехнические системы и их части	Физические основы функционирования гидравлических приводов в составе роботов и робототехнических систем	Моделирование работы гидроцилиндров	2
14	Робототехнические системы и их части	Физические основы функционирования гидравлических приводов в составе роботов и робототехнических систем	Моделирование работы гидроцилиндров	2
15	Робототехнические системы и их части	Физические основы функционирования электрических приводов в составе роботов и робототехнических систем	Электропривод. Момент.	2
16	Робототехнические системы и их части	Физические основы функционирования электрических приводов в составе роботов и робототехнических систем	Электропривод. Момент. Контрольная точка 8. Опрос	2
			Итого за семестр:	**32**
			Итого:	**32**

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	**Вид самостоятельной работы**	**Содержание самостоятельной работы** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов**
6 семестр			

Математические основы теории систем	Подготовка к лекциям	Постановка задачи моделирования робототехнической системы. Понятие системы. Свойства системы. Робототехническая система как модель в виде «Черного ящика». Обработка сигналов. Преобразование Лапласа. Определение видов входного воздействия. Желаемые выходные сигналы. Желаемая модель. Получение модели желаемой системы. Критерии качества полученного решения.	10
Математические основы теории систем	Подготовка к лабораторным работам	Постановка задачи моделирования робототехнической системы. Понятие системы. Свойства системы. Робототехническая система как модель в виде «Черного ящика». Обработка сигналов. Преобразование Лапласа. Определение видов входного воздействия. Желаемые выходные сигналы. Желаемая модель. Получение модели желаемой системы. Критерии качества полученного решения.	15
Математические основы теории систем	Подготовка к экзамену	Постановка задачи моделирования робототехнической системы. Понятие системы. Свойства системы. Робототехническая система как модель в виде «Черного ящика». Обработка сигналов. Преобразование Лапласа. Определение видов входного воздействия. Желаемые выходные сигналы. Желаемая модель. Получение модели желаемой системы. Критерии качества полученного решения.	5
Этапы моделирования робототехнических систем	Подготовка к лекциям	Определение видов входного воздействия. Желаемые выходные сигналы. Соотнесение входных и выходных сигналов. Желаемая модель. Постановка задачи получения модели желаемой системы. Методы решения. Критерии качества полученного решения.	10
Этапы моделирования робототехнических систем	Подготовка к лабораторным работам	Определение видов входного воздействия. Желаемые выходные сигналы. Соотнесение входных и выходных сигналов. Желаемая модель. Постановка задачи получения модели желаемой системы. Методы решения. Критерии качества полученного решения.	15
Этапы моделирования робототехнических систем	Подготовка к экзамену	Определение видов входного воздействия. Желаемые выходные сигналы. Соотнесение входных и выходных сигналов. Желаемая модель. Постановка задачи получения модели желаемой системы. Методы решения. Критерии качества полученного решения.	5

Робототехнические системы и их части	Подготовка к лекциям	Сенсоры. Точность. Диапазон измерений. Скорость изменения. Точность позиционирования	10
Робототехнические системы и их части	Подготовка к лабораторным работам	Сенсоры. Точность. Диапазон измерений. Скорость изменения. Точность позиционирования	6
Робототехнические системы и их части	Подготовка к экзамену	Сенсоры. Точность. Диапазон измерений. Скорость изменения. Точность позиционирования	2
		Итого за семестр:	**78**
		Итого:	**78**

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	Библиографическое описание	Ресурс НТБ СамГТУ (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
Основная литература		
1	Джордан, Д. Роботы : пер. с англ. / Д. Джордан.- М., Точка, 2017Альпина Паблишер.- 259 с.	Книжный фонд
Дополнительная литература		
2	Герман-Галкин, С.Г. MATLAB & SIMULINK. Проектирование мехатронных систем на ПК : учеб. пособие / С. Г. Герман-Галкин.- СПб., Корона.Век, 2011.- 367 с.	Книжный фонд
3	Каляев, И.А. Распределенные системы планирования действий коллективов роботов / И.А.Каляев,А.Р.Гайдук,С.Г.Капустян;Рос.фонд фундамент.исслед..- М., Янус-К, 2002.- 291 с.	Книжный фонд
4	Лукьянов, А.А. Моделирование движений упругих манипуляторов и мобильных роботов : моногр. / А. А. Лукьянов.- Иркутск, Изд-во Иркут.гос.ун-та, 2003.- 303 с.	Книжный фонд
5	Мозжечков, В.А. Пневматические элементы и приводы роботов : учебное пособие / В. А. Мозжечков; Тул.политехн.ин-т.- Тула, ТПИ, 1989.- 92 с.	Книжный фонд
6	Подураев, Ю.В. Мехатроника:основы,методы,применение : Учеб.пособие.- М., Машиностроение, 2006.- 255 с.	Книжный фонд

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной ин-формационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	MatLab	Matwoks (Зарубежный)	Лицензионное
2	AutoCad	Autodesk (Зарубежный)	Лицензионное
3	ABB Robotstudio Демоверсия	ABB (Зарубежный)	Свободно распространяемое
4	CoppeliaSim V4.3.0	CoppeliaSim (Зарубежный)	Свободно распространяемое

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	консультационный центр Matlab и Simulink	http://matlab.exponenta.ru	Ресурсы открытого доступа
2	"Интернет библиотека" Московского Центра непрерывного математического образования	http://ilib.mccme.ru/	Ресурсы открытого доступа
3	3DNews –самые свежие новости мира высоких технологий и обзоры компьютеров, комплектующих, гадж [Электронный ресурс]. – Микроархитектура Intel Sandy Bridge, часть 1.	http://www.3dnews.ru/guide/intel-sandy-bridge	Ресурсы открытого доступа
4	ANSYS	http://cae-expert.ru/	Ресурсы открытого доступа
5	www.RADIOTEC.RU	www.RADIOTEC.RU	Ресурсы открытого доступа

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия

1 Лекционные занятия:

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер / ноутбук), учебно-наглядные, учебно-методические пособия, тематические иллюстрации.

Практические занятия

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные занятия

Лабораторные занятия:

Для лабораторных занятий используются аудитории № 410, 310, 410, 412, оснащенные следующим оборудованием: персональные компьютеры, подключенные к локальной компьютерной сети СамГТУ, имеющей высокоскоростной доступ к глобальной сети Интернет, специализированные макеты и оборудование

Самостоятельная работа

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде СамГТУ:

- читальный зал НТБ СамГТУ (ауд. 200 корпус № 8; ауд. 125 корпус № 1; ауд. 41 Главный корпус библиотеки, ауд.0209 АСА СамГТУ);
- компьютерные классы (ауд. 208, 210 корпус № 8).

9. Методические материалы

Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

Методические рекомендации при подготовке и работе на практическом занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. проработка конспекта лекции;
3. чтение рекомендованной литературы;
4. подготовка ответов на вопросы плана практического занятия;
5. выполнение тестовых заданий, задач и др.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий. Обучающимся необходимо обращать внимание на основные понятия, алгоритмы, определять практическую значимость рассматриваемых вопросов. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выполнить расчет по заданным параметрам или выработать определенные решения по обозначенной проблеме. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

Методические рекомендации при работе на лабораторном занятии

Проведение лабораторной работы делится на две условные части: теоретическую и практическую.

Необходимыми структурными элементами занятия являются проведение лабораторной работы, проверка усвоенного материала, включающая обсуждение теоретических основ выполняемой работы.

Перед лабораторной работой, как правило, проводится технико-теоретический инструктаж по использованию необходимого оборудования. Преподаватель корректирует деятельность обучающегося в процессе выполнения работы (при необходимости). После завершения лабораторной работы подводятся итоги, обсуждаются результаты деятельности.

Возможны следующие формы организации лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме выполняется одна и та же работа (при этом возможны различные варианты заданий). При групповой форме работа выполняется группой (командой). При индивидуальной форме обучающимися выполняются индивидуальные работы.

По каждой лабораторной работе имеются методические указания по их выполнению, включающие необходимый теоретический и практический материал, содержащие элементы и последовательную инструкцию по проведению выбранной работы, индивидуальные варианты заданий, требования и форму отчётности по данной работе.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;

- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины
Б1.В.03.07 «Робототехнические системы в приборостроении»

Фонд оценочных средств
по дисциплине
Б1.В.03.07 «Робототехнические системы в приборостроении»

Код и направление подготовки (специальность)	12.03.01 Приборостроение
Направленность (профиль)	Информационно-измерительная техника и технологии
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2024
Институт / факультет	Институт автоматики и информационных технологий
Выпускающая кафедра	кафедра "Информационно-измерительная техника"
Кафедра-разработчик	кафедра "Информационно-измерительная техника"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	216 / 6
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Экзамен

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-1 способность к анализу поставленной задачи исследований в области приборостроения	ПК-1.1 Осуществляет реализацию намеченного плана исследований; находит решения конкретных задач в области реализации систем поставленной задачи	Знать Основные методы анализа поставленных задач и способы оценки их сравнительной эффективности.Знать пути решения поставлен-ной задачи исследования.
		ПК-1.2 Формулирует задачу исследований в области приборостроения и определяет пути их решения; анализирует поставленные задачи исследований и способы решения этих задач	Владеть Навыками решения конкретных задач в области реализации систем поставленной задачи, навыками анализа поставленной задачи исследований и способами решения этих задач.
			Уметь Формулировать задачу исследований в области приборостроения и определять пути их решения.
	ПК-2 способность к математическому моделированию процессов и объектов приборостроения и их исследованию на базе стандартных пакетов автоматизированн ого проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов	ПК-2.1 Разрабатывает математическую модель эксперимента; составляет математические модели, анализирует и обрабатывает измерительную информацию	Владеть навыками программирования для обработки экспериментальных данных в автоматизированной среде.

			Знать базовые принципы и методы организации экспериментальных исследований, основные источники научно-технической информации, методы планирования и проведения измерительного эксперимента; современную измерительную и вычислительную технику, основы программирования; современную измерительную и вычислительную технику
		ПК-2.2 Проводит статистическую обработку результатов эксперимента в стандартных автоматизированных пакетах; владеет структурой программирования алгоритма обработки экспериментальных данных в автоматизированном пакете	Владеть навыками составления математической модели, анализом и обработкой из мерительной информации
			Уметь проводить статистическую обработку результатов эксперимента в стандартных автоматизированных пакетах, составлять алгоритм обработки экспериментальных данных в автоматизированных системах
	ПК-3 способность к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике	ПК-3.1 Определяет метрологические характеристики, находит погрешности средств измерений, вносит поправки в результат измерения, выявляет промахи измерений	Владеть навыками проведения измерений и оценки погрешности измерений, оценки качества изделий
			Знать основные метрологические методы и средства измерения
		ПК-3.2 Владеет математическим аппаратом (дифференцирование, интегрирование, математический анализ) для анализа и расчета погрешностей	Знать математический аппарат (дифференцирование, интегрирование, математический анализ)
			Уметь применять современный математический аппарат для анализа и расчета погрешностей

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
Математические основы теории систем				
ПК-1.1 Осуществляет реализацию намеченного плана исследований; находит решения конкретных задач в области реализации систем поставленной задачи	**Знать** Основные методы анализа поставленных задач и способы оценки их сравнительной эффективности.Знать пути решения поставлен-ной задачи исследования.	Опрос	Да	Да
ПК-1.2 Формулирует задачу исследований в области приборостроения и определяет пути их решения; анализирует поставленные задачи исследований и способы решения этих задач	**Уметь** Формулировать задачу исследований в области приборостроения и определять пути их решения.	отчет по лабораторным работам	Да	Да
	Владеть Навыками решения конкретных задач в области реализации систем поставленной задачи, навыками анализа поставленной задачи исследований и способами решения этих задач.	отчет по лабораторным работам	Да	Да
ПК-2.1 Разрабатывает математическую модель эксперимента; составляет математические модели, анализирует и обрабатывает измерительную информацию	**Владеть** навыками программирования для обработки экспериментальных данных в автоматизированной среде.	отчет по лабораторным работам	Да	Да
	Знать базовые принципы и методы организации экспериментальных исследований, основные источники научно-технической информации, методы планирования и проведения измерительного эксперимента; современную измерительную и вычислительную технику, основы программирования; современную измерительную и вычислительную технику	Опрос	Да	Да
ПК-2.2 Проводит статистическую обработку результатов эксперимента в стандартных автоматизированных пакетах; владеет структурой программирования алгоритма обработки экспериментальных данных в автоматизированном пакете	**Уметь** проводить статистическую обработку результатов эксперимента в стандартных автоматизированных пакетах, составлять алгоритм обработки экспериментальных данных в автоматизированных системах	отчет по лабораторным работам	Да	Да

	Владеть навыками составления математической модели, анализом и обработкой из мерительной информации	отчет по лабораторным работам	Да	Да
ПК-3.1 Определяет метрологические характеристики, находит погрешности средств измерений, вносит поправки в результат измерения, выявляет промахи измерений	**Владеть** навыками проведения измерений и оценки погрешности измерений, оценки качества изделий	отчет по лабораторным работам	Да	Да
	Знать основные метрологические методы и средства измерения	Опрос	Да	Да
ПК-3.2 Владеет математическим аппаратом (дифференцирование, интегрирование, математический анализ) для анализа и расчета погрешностей	**Знать** математический аппарат (дифференцирование, интегрирование, математический анализ)	Опрос	Да	Да
	Уметь применять современный математический аппарат для анализа и расчета погрешностей	отчет по лабораторным работам	Да	Да
Этапы моделирования робототехнических систем				
ПК-1.1 Осуществляет реализацию намеченного плана исследований; находит решения конкретных задач в области реализации систем поставленной задачи	**Знать** Основные методы анализа поставленных задач и способы оценки их сравнительной эффективности.Знать пути решения поставлен-ной задачи исследования.	Опрос	Да	Да
ПК-1.2 Формулирует задачу исследований в области приборостроения и определяет пути их решения; анализирует поставленные задачи исследований и способы решения этих задач	**Владеть** Навыками решения конкретных задач в области реализации систем поставленной задачи, навыками анализа поставленной задачи исследований и способами решения этих задач.	отчет по лабораторным работам	Да	Да
	Уметь Формулировать задачу исследований в области приборостроения и определять пути их решения.	отчет по лабораторным работам	Да	Да
ПК-2.1 Разрабатывает математическую модель эксперимента; составляет математические модели, анализирует и обрабатывает измерительную информацию	**Владеть** навыками программирования для обработки экспериментальных данных в автоматизированной среде.	отчет по лабораторным работам	Да	Да

	Знать базовые принципы и методы организации экспериментальных исследований, основные источники научно-технической информации, методы планирования и проведения измерительного эксперимента; современную измерительную и вычислительную технику, основы программирования; современную измерительную и вычислительную технику	Опрос	Да	Да
ПК-2.2 Проводит статистическую обработку результатов эксперимента в стандартных автоматизированных пакетах; владеет структурой программирования алгоритма обработки экспериментальных данных в автоматизированном пакете	**Владеть** навыками составления математической модели, анализом и обработкой из мерительной информации	отчет по лабораторным работам	Да	Да
	Уметь проводить статистическую обработку результатов эксперимента в стандартных автоматизированных пакетах, составлять алгоритм обработки экспериментальных данных в автоматизированных системах	отчет по лабораторным работам	Да	Да
ПК-3.1 Определяет метрологические характеристики, находит погрешности средств измерений, вносит поправки в результат измерения, выявляет промахи измерений	**Владеть** навыками проведения измерений и оценки погрешности измерений, оценки качества изделий	отчет по лабораторным работам	Да	Да
	Знать основные метрологические методы и средства измерения	Опрос	Да	Да
ПК-3.2 Владеет математическим аппаратом (дифференцирование, интегрирование, математический анализ) для анализа и расчета погрешностей	**Знать** математический аппарат (дифференцирование, интегрирование, математический анализ)	Опрос	Да	Да
	Уметь применять современный математический аппарат для анализа и расчета погрешностей	отчет по лабораторным работам	Да	Да
Робототехнические системы и их части				
ПК-1.1 Осуществляет реализацию намеченного плана исследований; находит решения конкретных задач в области реализации систем поставленной задачи	**Знать** Основные методы анализа поставленных задач и способы оценки их сравнительной эффективности.Знать пути решения поставлен-ной задачи исследования.	Опрос	Да	Да

ПК-1.2 Формулирует задачу исследований в области приборостроения и определяет пути их решения; анализирует поставленные задачи исследований и способы решения этих задач	**Уметь** Формулировать задачу исследований в области приборостроения и определять пути их решения.	отчет по лабораторным работам	Да	Да
	Владеть Навыками решения конкретных задач в области реализации систем поставленной задачи, навыками анализа поставленной задачи исследований и способами решения этих задач.	отчет по лабораторным работам	Да	Да
ПК-2.1 Разрабатывает математическую модель эксперимента; составляет математические модели, анализирует и обрабатывает измерительную информацию	**Владеть** навыками программирования для обработки экспериментальных данных в автоматизированной среде.	отчет по лабораторным работам	Да	Да
	Знать базовые принципы и методы организации экспериментальных исследований, основные источники научно-технической информации, методы планирования и проведения измерительного эксперимента; современную измерительную и вычислительную технику, основы программирования; современную измерительную и вычислительную технику	Опрос	Да	Да
ПК-2.2 Проводит статистическую обработку результатов эксперимента в стандартных автоматизированных пакетах; владеет структурой программирования алгоритма обработки экспериментальных данных в автоматизированном пакете	**Владеть** навыками составления математической модели, анализом и обработкой из мерительной информации	отчет по лабораторным работам	Да	Да
	Уметь проводить статистическую обработку результатов эксперимента в стандартных автоматизированных пакетах, составлять алгоритм обработки экспериментальных данных в автоматизированных системах	отчет по лабораторным работам	Да	Да
ПК-3.1 Определяет метрологические характеристики, находит погрешности средств измерений, вносит поправки в результат измерения, выявляет промахи измерений	**Владеть** навыками проведения измерений и оценки погрешности измерений, оценки качества изделий	отчет по лабораторным работам	Да	Да
	Знать основные метрологические методы и средства измерения	Опрос	Да	Да

ПК-3.2 Владеет математическим аппаратом (дифференцирование, интегрирование, математический анализ) для анализа и расчета погрешностей	**Знать** математический аппарат (дифференцирование, интегрирование, математический анализ)	Опрос	Да	Да
	Уметь применять современный математический аппарат для анализа и расчета погрешностей	отчет по лабораторным работам	Да	Да

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

Формы текущего контроля успеваемости

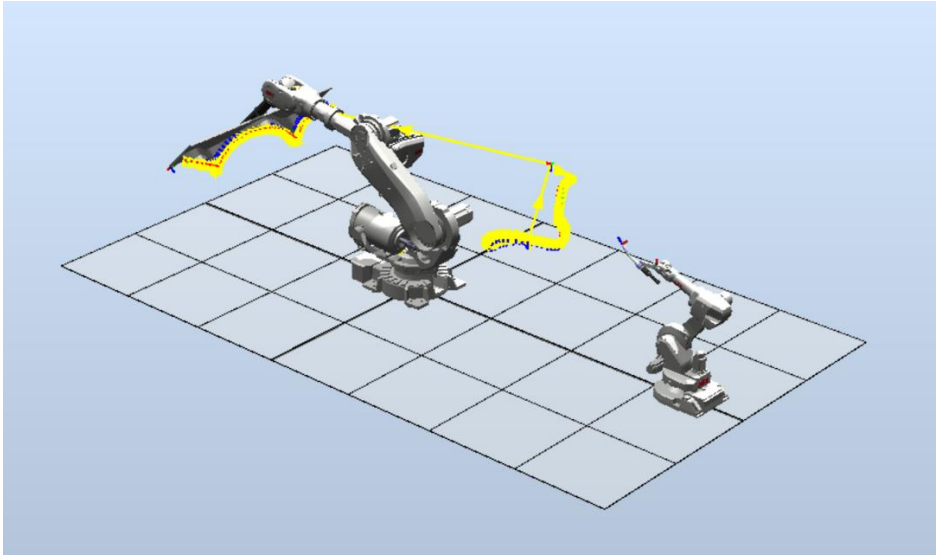
Вопросы для опроса

1. Принципы проектирования роботов
2. Постановка задачи моделирования робототехнической системы. Возникающие сложности.
3. Системы координат манипуляторов роботов
4. Структурная схема робота.
5. Регуляторы в робототехнических системах.
6. Виды приводов робототехнических систем
7. Гидравлические приводы робототехнических систем
8. Электрические приводы робототехнических систем
9. Пневматические приводы робототехнических систем
10. Рабочие органы манипуляторов
11. Классы кинематических пар
12. Замкнуты кинематические цепи
13. Разомкнутые кинематические цепи
14. Число степеней подвижности манипулятора
15. Сенсорные системы роботов
16. Программное управление роботом
17. Функциональная схема робота
18. Понятие о ГПС (гибкие производственные системы)
19. Системы передвижения роботов
20. Тенденции развития современной робототехники
21. Электроника в робототехнике.
22. Специализированные программные продукты для разработки и эксплуатации робототехнических систем

Пример лабораторной работы

«Разработка модели участка сварки объемных деталей»

Цель работы: получение навыков программирования синхронных движений нескольких роботов в режиме MultiMove среды RobotStudio



1. Теоретическая часть

Часто при выполнении технологических операций с деталями сложной конфигурации необходимы дополнительные степени свободы. Обычно для этого используются специальные позиционеры, но иногда и их недостаточно. В таком случае, необходим второй робот, который будет перемещать и поворачивать деталь в пространстве.

2. Практическая часть

2.1. Импорт и размещение объектов

Создайте новую пустую станцию.

Во вкладке «Home» нажмите кнопку ABB Library и выберите IRB 1600 (6кг, 1.45м). В браузере «Layout» выберите Set position и задайте следующие координаты (рис. 1):
Position: X = 3300, Y = 0, Z = 0;
Orientation: X = 0, Y = 0, Z = 180.

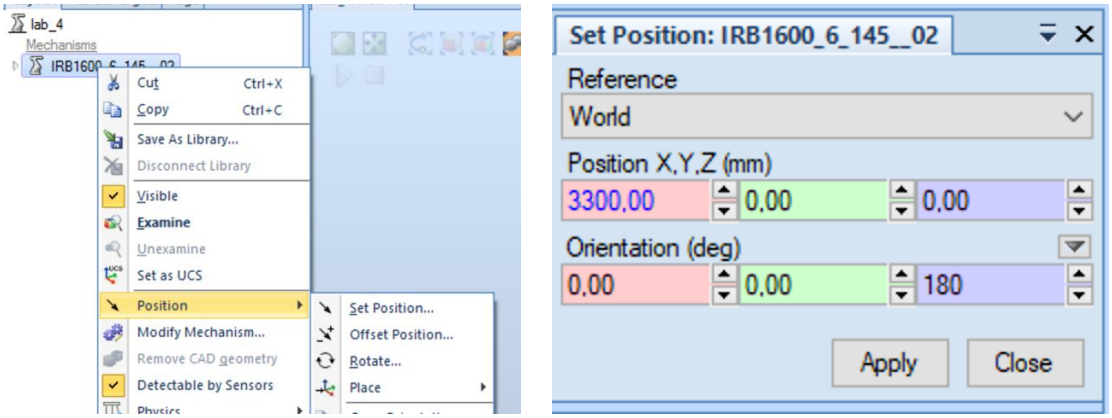


Рис. 1. Выбор робота и его позиционирование

Во вкладке «Home» нажмите кнопку ABB Library и выберите IRB 6640 (185кг, 2.8м). Во вкладке «Home» нажмите кнопку Import Geometry, перейдите к папке /lab4 и выберите объект training_part (рис. 2).

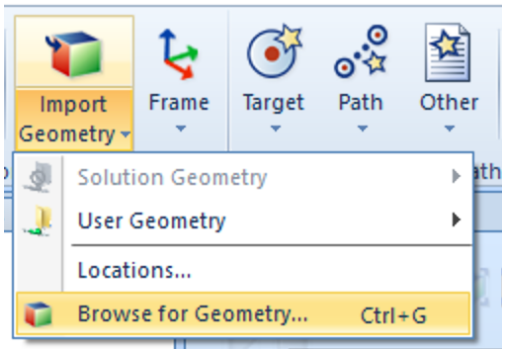


Рис. 2. Выбор объекта

В браузере Layout перетащите training_part1 на робот IRB 6640. На вопрос об обновлении ответьте **Yes**.

Осталось установить рабочий инструмент на маленький робот. Для этого на вкладке «Home» нажмите кнопку Import Library -> Equipment и выберите инструмент Binzel Air. В браузере Layout перетащите его на робот IRB 1600. На вопрос об обновлении ответьте **Yes.**

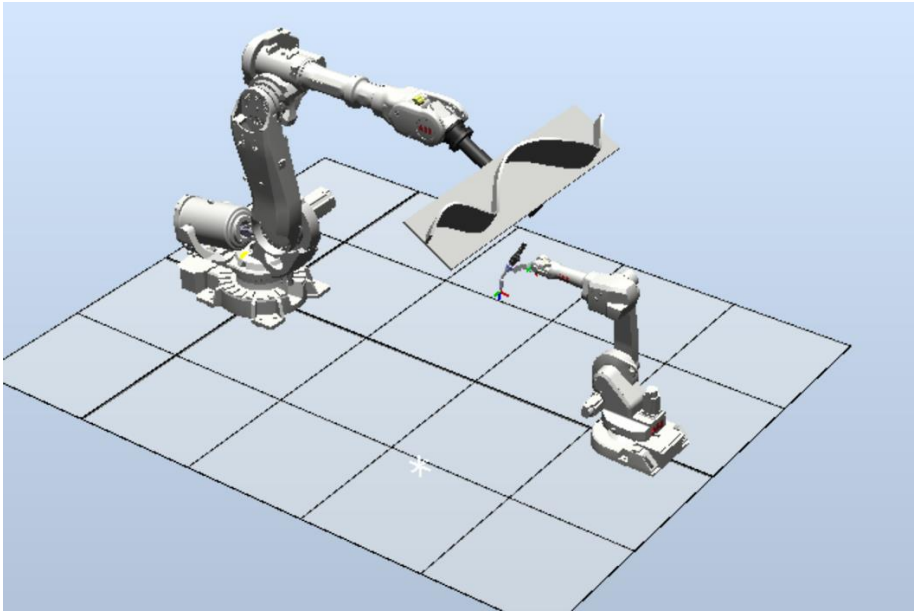


Рис. 3 – Результат 2.1.

2.2. Создание системы из Layout

Во вкладке Home нажмите кнопку Robot System и выберите From Layout. Это запустит мастер создания системы из Layout.

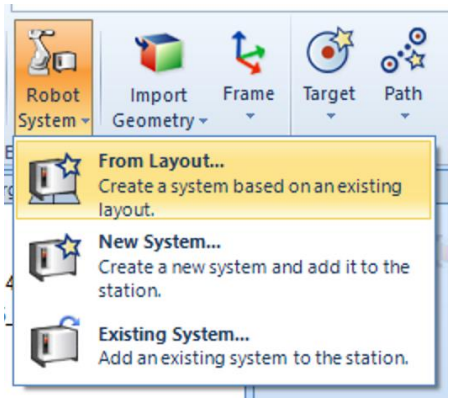


Рис. 4.

В окне Select Mechanisms for the System убедитесь, что выбраны оба робота. В Configure the System page выберите робота IRB 6640 и переместите его в Task 1, нажав на стрелку вверх. Аналогично переместите робота IRB 1600 в Task 2.

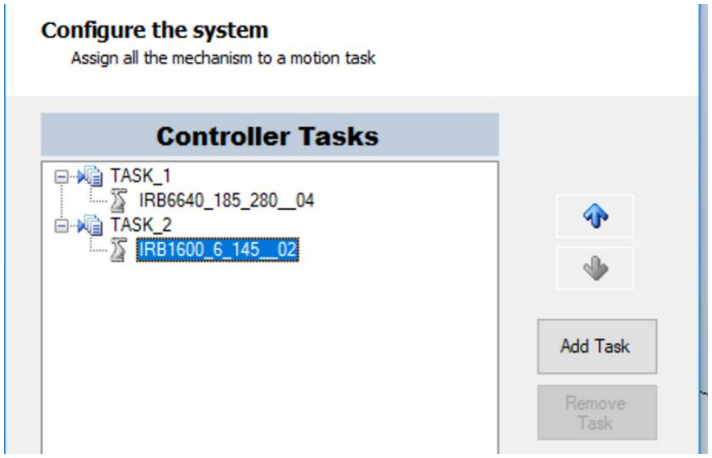


Рис. 5.

В окне System Option нажмите кнопку Finish.

В браузере Paths&Targets вы можете видеть, что создана система с двумя задачами.

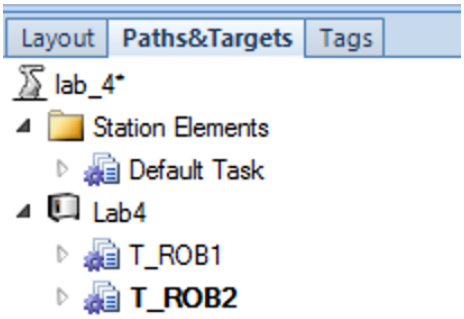


Рис. 6.Результат создания системы

2.3. Создание Workobject

В окне Graphics установите уровень выбора Surface Selection и уровень привязки Snap Edge.

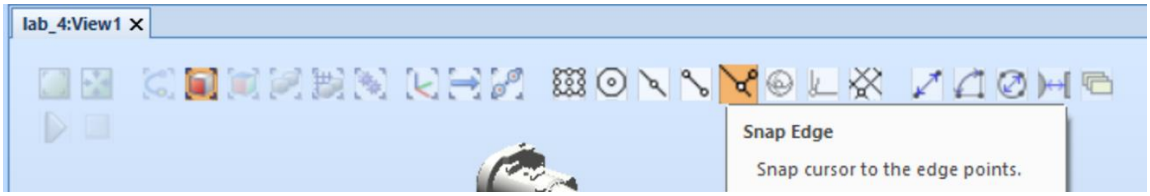


Рис. 7.

На вкладке «Home» в окне Task выберите задачу T_ROB2, Tool – tWeldGun.

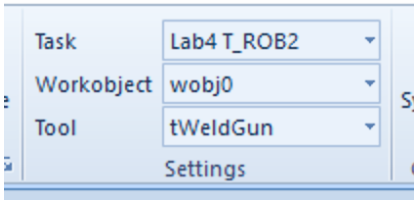


Рис. 8.

Затем нажмите кнопку Other и выберите Create Workobject. Задайте ему имя obWorkpiece. В поле user frame выберите Frame by points и Three-point.

Выберите First point on X axis и нажмите на точку 1, как на рис. 9. Затем Second point on X axis – точка 2 и point on Y axis – точка 3. Нажмите кнопку Apply.

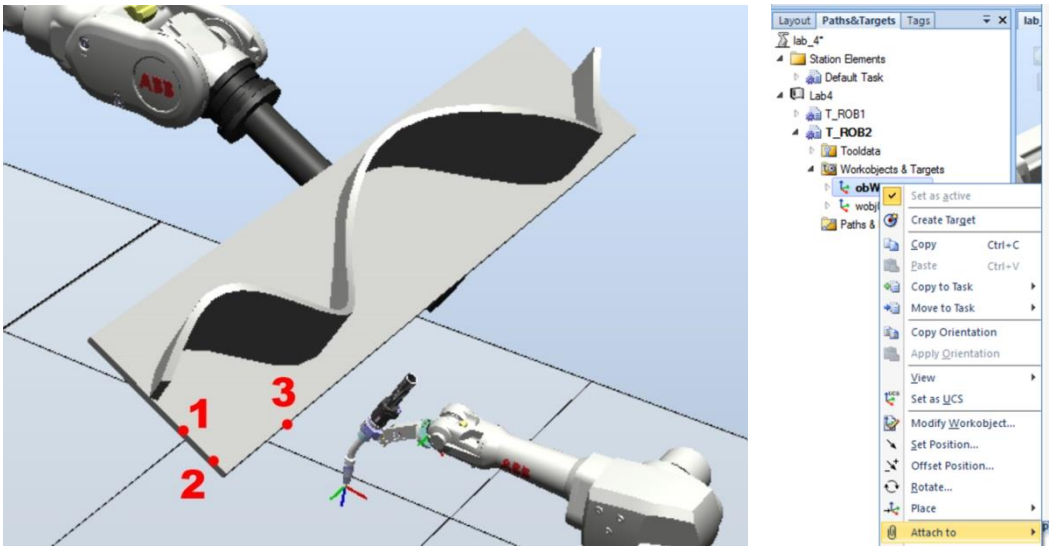


Рис. 9.

В paths&Targets щелкните правой кнопкой мыши по рабочему объекту obWorkPiece и выберите пункт Attach to... IRB6640. На вопрос об обновлении ответьте **No**.

2.4. Создание траектории

Необходимо создать траекторию, идущую по верхней кромке детали, расположенной ближе к IRB 6640. Убедитесь, что задача T_ROB2 установлена как активная, также проверьте активный wobj и tooldata.

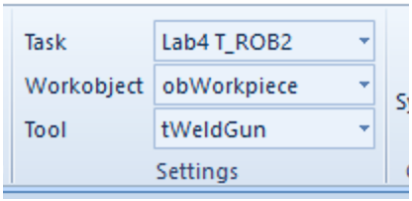


Рис. 10.

На панели задач в нижней правой части экрана установите шаблон MoveL, v200 и z1

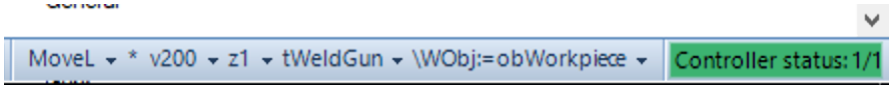


Рис. 11.

Во вкладке «Home» нажмите кнопку AutoPath. В окне Graphics установите уровень выбора Surface Selection и уровень привязки Snap Edge. Нажмите на верхнюю поверхность и на нижнюю кромку, как показано на картинке. Установите Tolerance 1.0 мм.

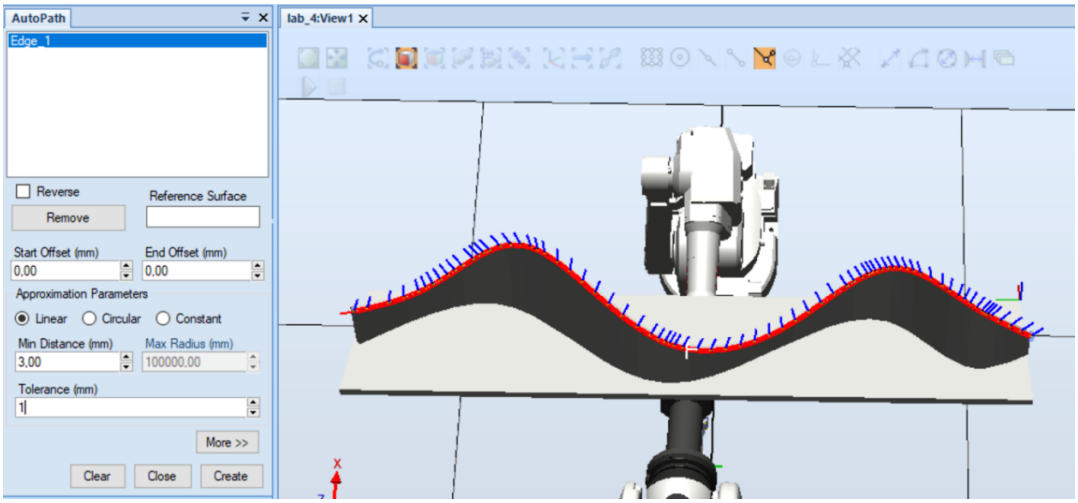


Рис. 12.

В paths&Targets переименуйте новый путь в Path_process

2.5. Изменение ориентации в точках

Разверните узел траектории Path_Process и щелкните правой кнопкой мыши первую команду, затем выберите Veiew Tool at Target -> mySpintecTool. Инструмент на траектории в ориентации, которая не подходит для достижения роботом IRB1600. Необходимо повернуть все точки траектории. Для этого выберите все рабочие точки под объектом obWorkpiece.

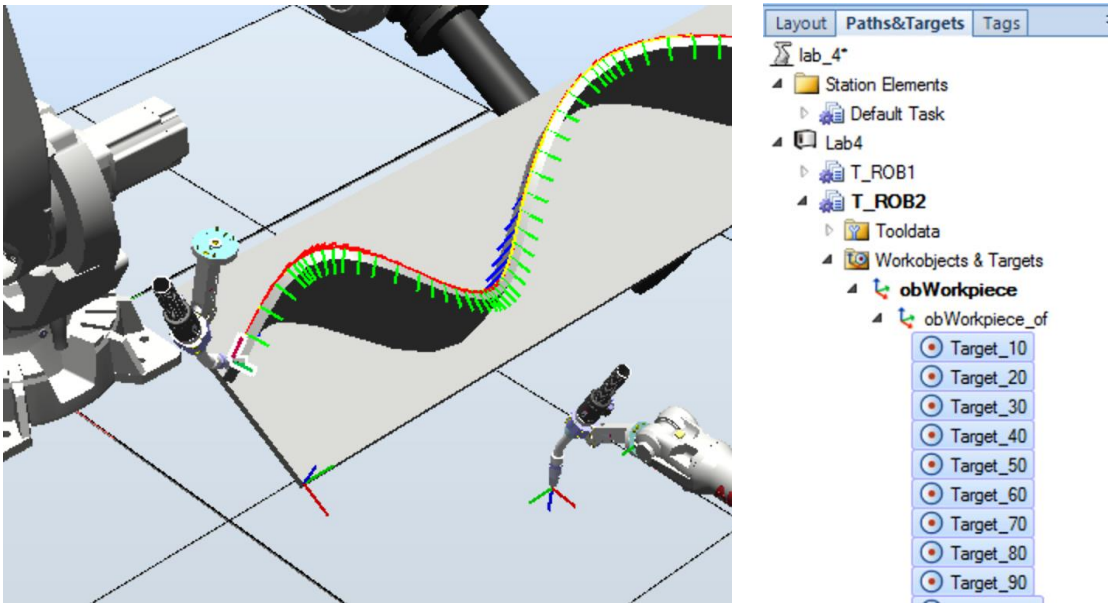


Рис. 13.

Затем во вкладке Modify нажмите кнопку Rotate и поверните точки на -90 градусов вокруг Z. Отключите View Tool at Target.

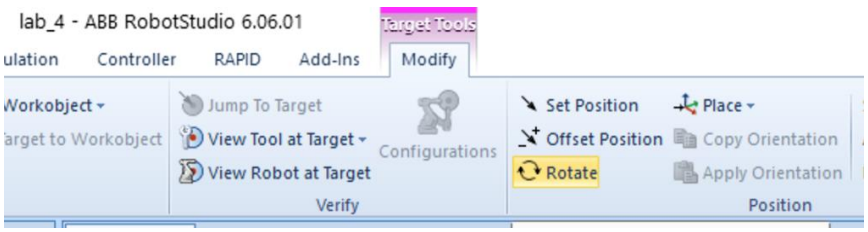


Рис. 14.

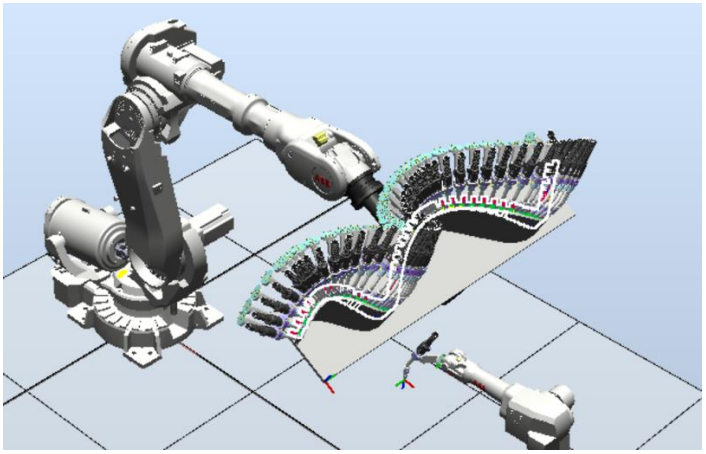
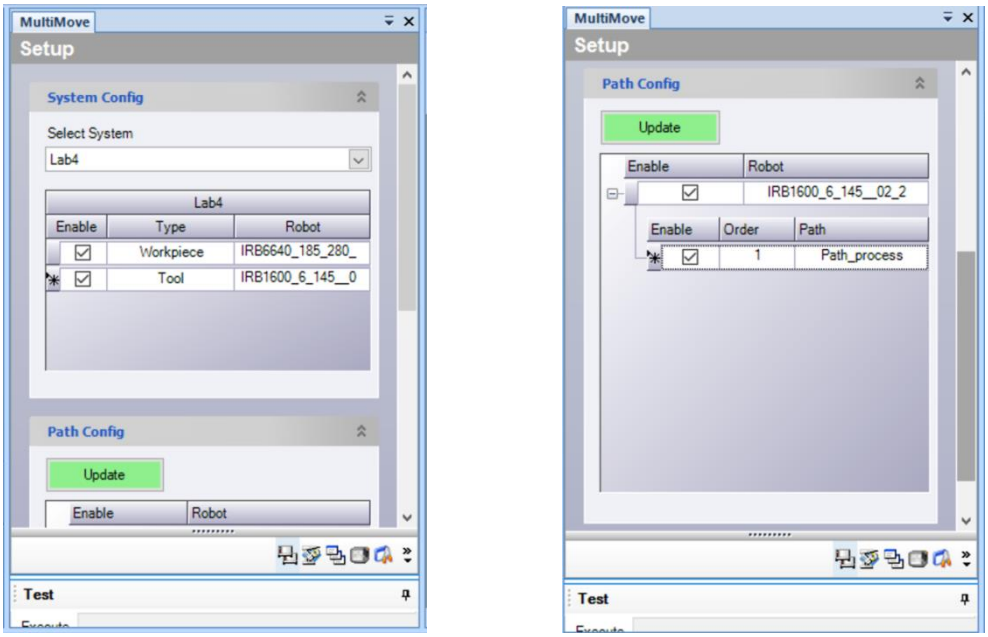


Рис. 15 – Результат шага 2.5.

2.6. Создание синхронизированной программы Multimove

Суть Multimove системы заключается в том, что робот постоянно позиционирует заготовку для облегчения работы инструмента. Для обоих роботов создаются синхронные траектории.

Во вкладке «Home» нажмите кнопку Multimove. В окне Multimove нажмите кнопку Setup. В разделе System Config выберите MultimoveSystem. Убедитесь, что робот TRB6640 выбран, как workpiece, а IRB1600 как tool. (Рис. 16, *а*). В разделе Path Config разверните узел робота IRB1600, чтобы убедиться, что включена траектория Path_process (Рис. 16, *б*).



а *б*

Рис. 16.

В paths&Targets выберите T_ROB2 -> Mechanism Joint Jog. Установите 0, 0 , 10, 0, 25, 180 для соответствующих осей робота.

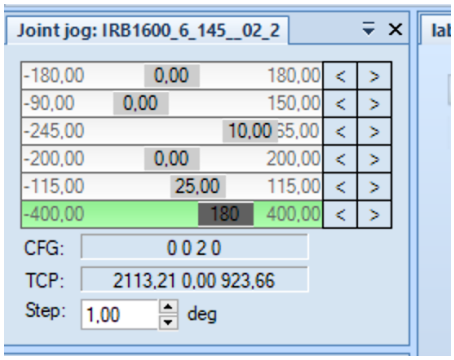


Рис. 17.

Разверните группу Start position, и в списке Select Robot that other should jump to выберите IRB1600 и нажмите Apply. Это перместит большого робота таком образом, что первая точка на траектории детали перемещается в TCP маленького робота.

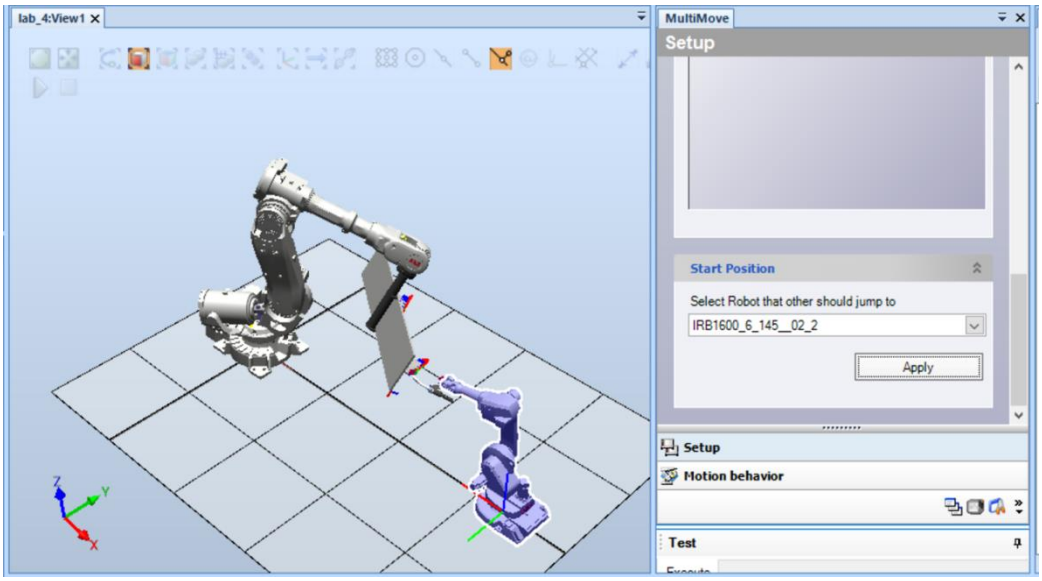


Рис. 18.

В нижней части окна MultiMove в разделе Test нажмите Play. Начинают создаваться синхронные траектории для роботов. По окончанию вычислений, нажмите Create Paths в Generate Paths.

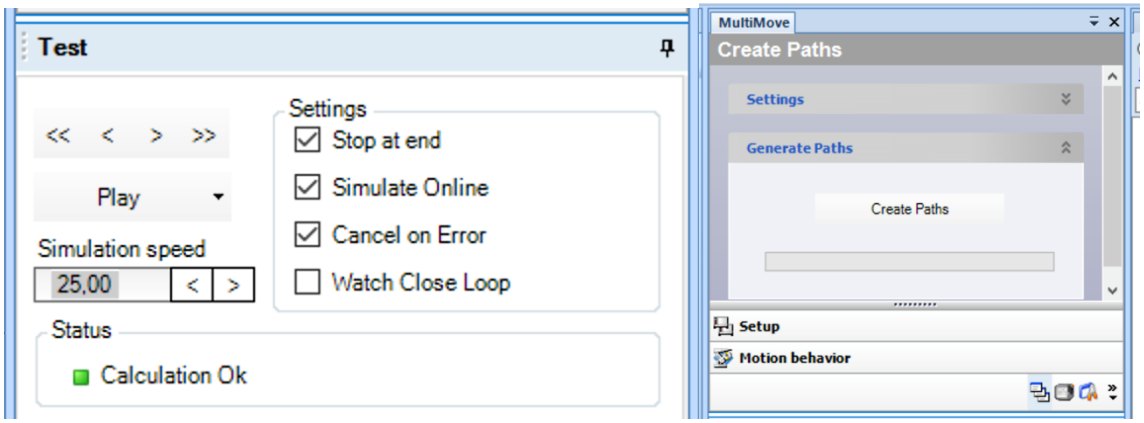


Рис. 19.

Синхронные траектории mmPath_1 создаются в paths&Targets для каждого робота. Первую команду для каждого робота необходимо изменить на moveJ (Edit instruction).

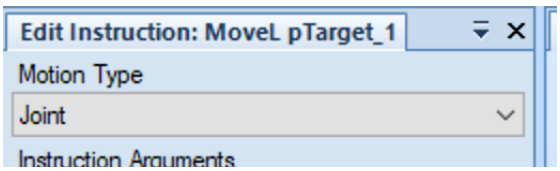


Рис. 20.

2.7. Добавление несинхронных инструкций к программе

Теперь необходимо добавить траектории, где роботы перемещаются независимо друг от друга.

В paths&Targets выделите задачу T_ROB1 и выберите для нее Set as Active. На панели задач установите шаблон: MoveJ , v1000, z100, tool0, wobj0.

В paths&Targets выберите T_ROB1 -> Mechanism Joint Jog. Установите 0, 0 , 0, 0, 90, 0 для соответствующих осей робота. Во вкладке Home нажмите кнопку Teach Target. Переименуйте новую точку в p6640_Home.

В paths&Targets выберите T_ROB1 -> Mechanism Joint Jog. Установите 0, -40, -130, 0, -55, 0 для соответствующих осей робота. Во вкладке «Home» нажмите кнопку Teach Target. Переименуйте новую точку в pChange.

Теперь нужно создать траекторию.

Нажмите ПКМ по точке p6640_Home и нажмите Add to Path -> mmPath1 -> First.

Нажмите ПКМ по точке p6640_Home и нажмите Add to Path -> mmPath1 -> Last.

Нажмите ПКМ по точке pChange и нажмите Add to Path -> mmPath1 -> Last.

Аналогичным образом добавляем позиции для другого робота.

В paths&Targets выберите T_ROB2 -> Mechanism Joint Jog. Установите 0, -40, 20, 0 , 25, 180 для соответствующих осей робота. Во вкладке «Home» нажмите кнопку Teach Target. Переименуйте новую точку в p1600_Home.

Нажмите ПКМ по точке p1600_Home и нажмите Add to Path -> mmPath1 -> First.

Нажмите ПКМ по точке p1600_Home и нажмите Add to Path -> mmPath1 -> Last.

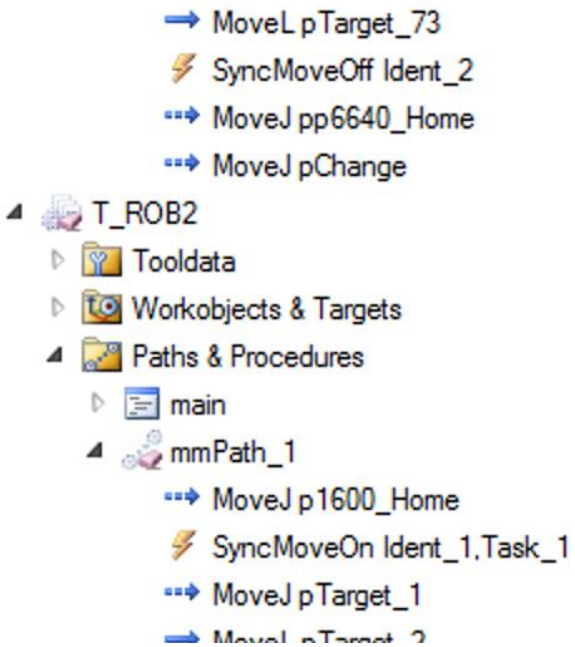


Рис. 21.

2.8. Тестирование программы

Mhh,

Создайте траекторию main для каждой задачи T_ROB и переташите в нее mmPath_1.

На вкладке «RAPID» нажмите кнопку Synchronize to Rapid. Снимите галочку Path_Process.

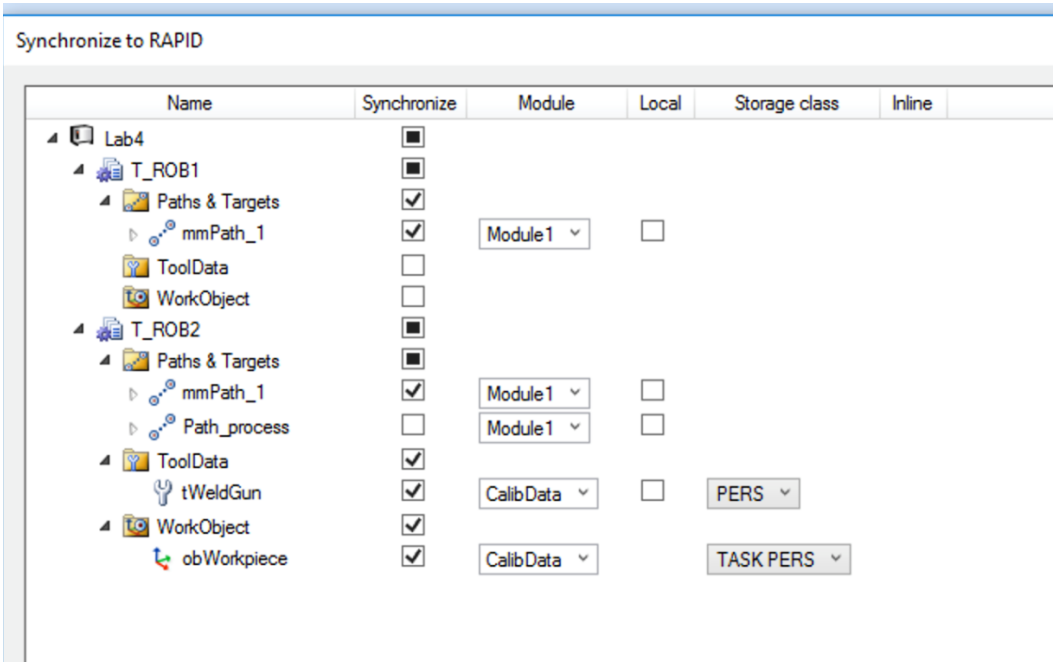


Рис. 22

Перейдите во вкладку «Simulation». Нажмите Record Simulation, затем Play (рис. 27).

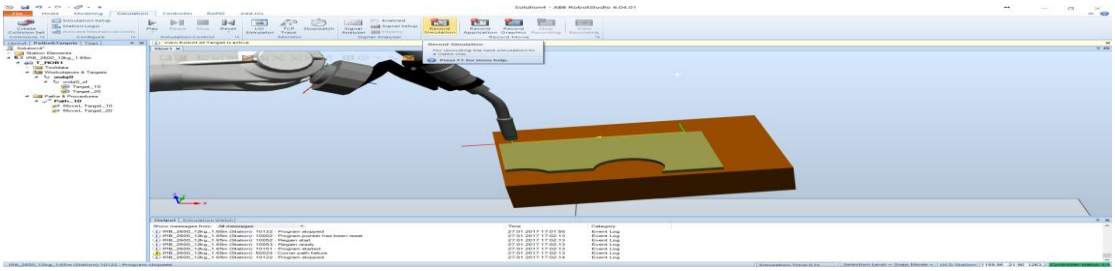


Рис. 23. Запись видеоролика

Видеоролик будет свидетельствовать о выполненной лабораторной работе.

Формы промежуточной аттестации

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Предназначение роботов. Виды роботов.
2. Постановка задачи моделирования робототехнической системы. Возникающие сложности.
3. Понятие системы. Свойства системы.
4. Робототехническая система как модель в виде «Черного ящика».
5. Модель состава системы.
6. Определение видов входного воздействия. Желаемые выходные сигналы.
7. Структурная схема робота.
8. Регуляторы в робототехнических системах.
9. Виды регуляторов и различные законы регулирования.
10. Двигатели, используемые в робототехнических системах: двигатели постоянного тока, шаговые двигатели.
11. Гидроприводы в робототехнике
12. Пневмоприводы в робототехнике
13. Захваты как часть робота. Параметры захватов.
14. Манипуляторы. Определение и свойства манипуляторов.

15. Момент инерции и момент силы.
16. Сигналы для перемещения манипуляторов.
17. Шагающие роботы. Требования к шагающим роботам.
18. Квадрокоптеры. Основные конструкционные элементы
19. Мехатронника. Мехатронные модули
20. Датчики в робототехнических устройствах
21. Лидары и их применение
22. Программное обеспечения для моделирования робототехнических системах
23. ИИ в робототехнике
24. Создание навигационной системы для мобильного робота
25. Навигационные алгоритмы для робототехнических устройства
26. Гироскопы. Виды. Применение в робототехнике
27. Использование кватернионов в системах ориентации роботов
28. Каналы связи робототехнических устройств
29. Техническое зрение в робототехнике
30. G-код и его применение в робототехнике
31. OpenCV в обработке видеоизображения

Тесты по компетенциям

Б1.В.03.07 Робототехнические системы в приборостроении

№	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
ПК-1: способность к анализу поставленной задачи исследований в области приборостроения				
1	Прочитайте вопрос и выберите верный ответ Какой из следующих принципов не относится к проектированию роботов? A) Модульность B) Устойчивость C) Эстетика D) Автономность	C	- Математические основы теории систем	6
2	Прочитайте вопрос и выберите верный ответ Что является основной сложностью при моделировании робототехнической системы? A) Отсутствие датчиков B) Непредсказуемое поведение окружающей среды C) Высокая стоимость компонентов D) Сложность программирования	B	-Робототехнические системы и их части	6
3	Прочитайте вопрос и выберите верный ответ Какой тип системы координат чаще всего используется для описания положения манипулятора? A) Декартова система координат B) Полярная система координат C) Цилиндрическая система координат D) Сферическая система координат	A	-Этапы моделирования робототехнических систем	6
4	Прочитайте вопрос и выберите верный ответ Что обычно не входит в структурную схему робота? A) Приводы B) Сенсоры C) Программное обеспечение D) Механические соединения	C	-Робототехнические системы и их части	6
5	Прочитайте вопрос и выберите верный ответ Какой тип регулятора чаще всего используется для управления движением робота? A) Пропорциональный регулятор B) Интегральный регулятор C) Дифференциальный регулятор D) Комбинированный регулятор	D	- Математические основы теории систем	6
6	Какой из следующих приводов не является электрическим? A) Серводвигатель B) Шаговый двигатель C) Пневматический цилиндр D) Асинхронный двигатель	C	-Этапы моделирования робототехнических систем	6

7	Прочитайте вопрос и выберите верный ответ Какое преимущество имеют гидравлические приводы перед электрическими? A) Меньшая масса B) Более высокая скорость реакции C) Большая сила и мощность D) Простота управления	C	-Робототехнические системы и их части	6
ПК-2: способность к математическому моделированию процессов и объектов приборостроения и их исследованию на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов				
8	Какие преимущества имеют гидравлические приводы? A) Большая сила и мощность B) Простота управления C) Высокая скорость работы D) Компактность конструкции	A,C	-Этапы моделирования робототехнических систем	6
9	Какие из следующих приводов являются электрическими? A) Серводвигатель B) Шаговый двигатель C) Пневматический цилиндр D) Асинхронный двигатель	A,B,D	- Математические основы теории систем	6
10	Какие элементы обычно входят в структурную схему робота? A) Приводы B) Сенсоры C) Программное обеспечение D) Механические соединения	A,B,D	-Робототехнические системы и их части	6
11	Какие из следующих принципов важны при проектировании роботов? A) Модульность B) Эстетика C) Устойчивость D) Масштабируемость	A,C,D,	-Этапы моделирования робототехнических систем	6
12	Прочитайте вопрос и выберите верный ответ Какой из следующих органов манипулятора отвечает за захват объектов? A) Манипуляторная рука B) Захватное устройство (гриппер) C) Основание манипулятора D) Сервопривод	B	-Робототехнические системы и их части	6
13	Прочитайте вопрос и выберите верный ответ Какой из следующих факторов ограничивает использование пневматических приводов? A) Высокая скорость работы B) Необходимость в источнике сжатого воздуха C) Низкая стоимость компонентов D) Простота конструкции	B	-Этапы моделирования робототехнических систем	6
14	Прочитайте вопрос и выберите верный ответ Какой компонент чаще всего используется в электрических приводах для контроля скорости? A) Редуктор B) Инвертор C) Трансформатор D) Конденсатор	B	-Робототехнические системы и их части	6

ПК-3: способность к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике				
15	Дополните предложение: "При проектировании роботов важно учитывать принцип _____, который подразумевает разделение системы на независимые модули для упрощения разработки и обслуживания."	модульности	-Робототехнические системы и их части	6
16	Вставьте термин: "Манипуляторы роботов обычно используют _____ систему координат для описания своего положения в пространстве."	декартову	-Робототехнические системы и их части	6
17	Дополните предложение: "Для управления движением робота часто применяются _____ регуляторы, которые позволяют поддерживать заданные параметры системы."	пропорциональные	-Робототехнические системы и их части	6
18	Установите правильную последовательность этапов проектирования робота: 1. Определение требований 2. Прототипирование 3. Тестирование 4. Разработка концепции	- 1 → 4 → 2 → 3	-Робототехнические системы и их части	6
19	Установите правильную последовательность систем координат, используемых в манипуляторах: 1. Локальная система координат 2. Глобальная система координат 3. Инструментальная система координат 4. Рабочая система координат	-2 → 1 → 4 → 3	-Робототехнические системы и их части	6
20	Сопоставьте принципы проектирования с их описаниями: 1. Модульность 2. Универсальность 3. Надежность 4. Эффективность A. Способность выполнять различные задачи B. Легкость в замене и улучшении компонентов C. Способность работать без сбоев в течение длительного времени D. Оптимальное использование ресурсов для достижения цели	-1 → B 2 → A 3 → C 4 → D	-Робототехнические системы и их части	6
21	1. Гидравлические приводы 2. Электрические приводы 3. Пневматические приводы A. Высокая мощность и точность B. Простота в управлении и низкие затраты C. Высокая скорость и легкость	1 → A 2 → B 3 → C	-Робототехнические системы и их части	6
nan				
22	Сопоставьте типы сенсорных систем с их назначением: 1. Оптические сенсоры 2. Ультразвуковые сенсоры 3. Инфракрасные сенсоры	1 → B 2 → A 3 → C	-Робототехнические системы и их части	6

	A. Измеряют расстояние до объектов B. Обнаруживают световые сигналы и цвета C. Используют тепло для обнаружения объектов			

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

1-й этап процедуры оценивания: оценивание уровня достижения каждого из запланированных результатов обучения (знаний, умений, владений) в соответствии со шкалами и критериями, установленными картами компетенций ОПОП (Приложение 1 ОПОП). Экспертной оценке преподавателя подлежит сформированность результатов обучения, для оценивания которых предназначена данная оценочная процедура текущего контроля и промежуточной аттестации согласно матрице соответствия оценочных средств результатам обучения.

2-й этап процедуры оценивания: интегральная оценка достижения обучающимся запланированных результатов обучения по итогам отдельных видов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Характеристика процедуры промежуточной аттестации по дисциплине

№	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Методы оценивания	Виды выставляемых оценок	Способ учета индивидуальных достижений обучающихся
1.	Опрос	Систематически на практических занятиях / *устно*	экспертный	зачет/ незачет	Журнал учета успеваемости, рабочая книжка преподавателя
2.	Отчеты по лабораторным работам 1,2,3,4	Систематически на лабораторных занятиях / *письменно*	экспертный	зачет/ незачет	Журнал учета успеваемости, Рабочая книжка преподавателя
3.	Отчеты по лабораторным работам 5,6,7,8	Систематически на лабораторных занятиях / *письменно*	экспертный	зачет/ незачет	Журнал учета успеваемости, рабочая книжка преподавателя
4.	Отчеты по лабораторным работам 9,10,11,12	Систематически на лабораторных занятиях / *письменно*	экспертный	зачет/ незачет	Журнал учета успеваемости, Рабочая книжка преподавателя
5.	Отчеты по лабораторным работам 13,14,15,16	Систематически на лабораторных занятиях / *письменно*	экспертный	зачет/ незачет	Журнал учета успеваемости, Рабочая книжка преподавателя
6.	Промежуточная аттестация - экзамен	На этапе промежуточной аттестации	экспертный	по пятибалльной шкале	Журнал учета успеваемости, Рабочая книжка преподавателя

Обучающиеся обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем.

Шкала оценивания:

«Отлично» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций 80% более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно»: студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов анализа конкретных ситуаций;

«Хорошо» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций на 60% и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно», допускается оценка

«удовлетворительно»: обучающийся показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты анализа конкретных ситуаций;

«Удовлетворительно» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций 40% и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: обучающийся показал знание основных положений фактического материала, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой;

«Неудовлетворительно» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций менее чем 40% (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.