

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФМАТ  Ряжских В.И.
« 25 » ноября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Основы мехатроники и робототехники»

Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Профиль Промышленные роботы и робототехнические системы

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2023

Автор программы



В.А. Трубецкой

**Заведующий кафедрой
Технологии сварочного
производства и диагностики**



В.Ф. Селиванов

Руководитель ОПОП



В.Ф. Селиванов

Воронеж 2023

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины усвоение студентами принципов построения робота и основных его частей: управляющей, исполнительной и информационной; ознакомление с областями применения роботов и РТС.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- изучение основных этапов развития робототехники;
- изучение областей применения и перспектив развития робототехники;
- изучение основных понятий и определений робототехники;
- изучение терминологии, классификации и характеристик роботов;
- изучение состава роботов, РТС и их элементов;
- изучение принципов действия элементов исполнительной, управляющей и информационной подсистем робота;
- изучение областей применения роботов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Основы мехатроники и робототехники» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Основы мехатроники и робототехники» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-3 - Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного уровня;

ОПК-8 - Способен проводить анализ затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений;

ОПК-9 - Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование;

ОПК-10 - Способен контролировать и обеспечивать производственную и экологическую безопасность на рабочих местах;

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-3	Знать сущность экономических, экологических, социальных ограничений при проектировании и эксплуатации роботов
	Уметь пользоваться методикой определения экономических, экологических, социальных показателей
	Владеть методами оценки эксплуатационных характеристик и характеристик связи с внешней средой
ОПК-8	Знать показатели экономической эффективности внедрения роботов и РТС

	Уметь использовать методики расчета затрат на разработку и эксплуатацию роботов и РТС
	Владеть методиками расчета экономической эффективности применения роботов в составе РТС
ОПК-9	Знать состав робота и РТС, функциональные схемы роботов и РТС, функции подсистем робота
	Уметь составлять кинематические и динамические модели роботов, осуществлять геометрическую компоновку РТС
	Владеть навыками системного подхода к внедрению и освоению нового технологического оборудования
ОПК-10	Знать правила техники безопасности при работе с роботами и РТС
	Уметь правилами производственной и экологической безопасности на рабочем месте
	Владеть способами контроля и обеспечения производственной и экологической безопасности при работе с промышленными роботами

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Основы мехатроники и робототехники» составляет 8 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		3	4
Аудиторные занятия (всего)	144	72	72
В том числе:			
Лекции	72	36	36
Практические занятия (ПЗ)	72	36	36
Самостоятельная работа	108	36	72
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	288	108	180
зач.ед.	8	3	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	История развития	Исторический обзор развития робототехники в мире	4	4	2	10

	робототехники. Области применения промышленных роботов	и в Российской Федерации, основные этапы этого развития. Функции, выполняемые роботами. Основные области использования робототехники: промышленность, атомная энергетика, сельское хозяйство, транспорт, быт и т.д.				
2	Основные понятия, определения и терминология в робототехнике. Классификация промышленных роботов	Основные понятия и определения в робототехнике: робот, манипулятор, приводы, устройство управления, робототехнические и роботизированные системы. Классификация роботов: по степеням подвижности, по системам координат, по функциональному назначению, по виду рабочего органа.	4	4	2	10
3	Устройство ПР. Функции подсистем роботов. Робот как система.	Функциональная схема робота. Структура робота. Информационный и энергетический потоки в роботе. Подсистемы роботов и их назначение. Особенности робота как средства комплексной автоматизации. Особенности робота как системы: мобильность и универсальность	4	4	8	16
4	Исполнительные устройства роботов	Состав исполнительной системы. Функциональная схема исполнительной системы. Характеристики исполнительных систем.	8	8	8	24
5	Манипуляционные устройства роботов	Понятие о звеньях, кинематических парах и обобщенных координатах манипулятора. Расчетная кинематическая схема МУ. Прямая и обратная задачи кинематики.	8	8	8	24
6	Приводы роботов	Классификация приводов. Обобщенная функциональная схема приводов. Преимущества и недостатки различных типов приводов. Электрические приводы. Приводы на базе ДПТ. Приводы с двигателями переменного тока. Пневматические приводы. Гидравлические приводы.	8	8	8	24
7	Захватные устройства роботов	Виды захватных устройств. Вакуумные захватные устройства. Расчет удерживающей силы. Виды механических захватных устройств. Электромагнитные захватные устройства. Преимущества и недостатки.	10	10	18	38
8	Системы управления роботов	Функции СУ. Иерархическая структура СУ робота. Классификация систем управления роботов. Особенности цикловых систем управления роботов. Цикловое управление отдельным приводом. Позиционное и контурное управление роботами.	10	10	18	38
9	Информационные устройства роботов	Функции информационных устройств. Основные требования к датчикам. Датчики внутренней информации. Датчики внешней информации.	8	8	18	34
10	Робототехнические системы и комплексы	Понятия робототехнической системы (РТС) и роботизированного технологического комплекса (РТК). Применение роботов в РТК механообработки. Применение роботов в РТК кузнечно-штамповочном производстве. Классификация РТС. Сборочные РТС. Сварочные РТС.	8	8	18	34
Итого			72	72	108	252

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-3	Знать сущность экономических, экологических, социальных ограничений при проектировании и эксплуатации роботов	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь пользоваться методикой определения экономических, экологических, социальных показателей	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методами оценки эксплуатационных характеристик и характеристик связи с внешней средой	Коллоквиум	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-8	Знать показатели экономической эффективности внедрения роботов и РТС	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь использовать методики расчета затрат на разработку и эксплуатацию роботов и РТС	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методиками расчета экономической эффективности применения роботов в составе РТС	Коллоквиум	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-9	Знать состав робота и РТС, функциональные схемы роботов и РТС, функции подсистем робота	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь составлять кинематические и динамические модели роботов, осуществлять	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в

	геометрическую компоновку РТС		рабочих программах	рабочих программах
	Владеть навыками системного подхода к внедрению и освоению нового технологического оборудования	Коллоквиум	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-10	Знать правила техники безопасности при работе с роботами и РТС	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь правилами производственной и экологической безопасности на рабочем месте	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть способами контроля и обеспечения производственной и экологической безопасности при работе с промышленными роботами	Коллоквиум	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3, 4 семестре для очной формы обучения по двух/четырёхбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-3	Знать сущность экономических, экологических, социальных ограничений при проектировании и эксплуатации роботов	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь пользоваться методикой определения экономических, экологических, социальных показателей	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть методами оценки эксплуатационных характеристик и характеристик связи с внешней средой	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-8	Знать показатели экономической эффективности внедрения роботов и РТС	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь использовать методики расчета затрат на разработку и эксплуатацию роботов и РТС	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть методиками	Решение прикладных задач в	Продемонстрирова	Задачи не решены

	расчета экономической эффективности применения роботов в составе РТС	конкретной предметной области	н верный ход решения в большинстве задач	
ОПК-9	Знать состав робота и РТС, функциональные схемы роботов и РТС, функции подсистем робота	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь составлять кинематические и динамические модели роботов, осуществлять геометрическую компоновку РТС	Решение стандартных практических задач	Продемонстрировать верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками системного подхода к внедрению и освоению нового технологического оборудования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрировать верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-10	Знать правила техники безопасности при работе с роботами и РТС	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь правилами производственной и экологической безопасности на рабочем месте	Решение стандартных практических задач	Продемонстрировать верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть способами контроля и обеспечения производственной и экологической безопасности при работе с промышленными роботами	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрировать верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

или

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-3	Знать сущность экономических, экологических, социальных ограничений при проектировании и эксплуатации роботов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь пользоваться методикой определения экономических, экологических, социальных показателей	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	Владеть методами оценки эксплуатационных характеристик и характеристик связи с внешней средой	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-8	Знать показатели экономической эффективности внедрения роботов и РТС	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь использовать методики расчета затрат на разработку и эксплуатацию роботов и РТС	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть методиками расчета экономической эффективности применения роботов в составе РТС	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-9	Знать состав робота и РТС, функциональные схемы роботов и РТС, функции подсистем робота	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь составлять кинематические и динамические модели роботов, осуществлять геометрическую компоновку РТС	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками системного подхода к внедрению и освоению нового технологического оборудования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-10	Знать правила техники безопасности при работе с роботами и РТС	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь правилами производственной и экологической безопасности на рабочем месте	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	Владеть способами контроля и обеспечения производственной и экологической безопасности при работе с промышленными роботами	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
--	--	--	--	---	--	------------------

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. По специализации ПР подразделяются на следующие группы:
 - 1) специальные, специализированные, универсальные;
 - 2) сварочные, сборочные, универсальные;
 - 3) специальные, специализированные и прочие;
 - 4) правильного ответа нет.

2. По числу степеней подвижности ПР подразделяются на роботы:
 - 1) с 2, 3, 4 и более степенями подвижности;
 - 2) с 1, 2, 3, 4 и 5 степенями подвижности;
 - 3) с 2, 3 и более степенями подвижности;
 - 4) с 2, 3, 5 и более степенями подвижности.

3. С помощью прямой задачи кинематики рассчитывают:
 - 1) положение рабочего органа, а также звеньев манипулятора по заданным обобщенным координатам;
 - 2) обобщенные координаты манипулятора по заданному в опорной системе координат положению рабочего органа;
 - 3) правильного ответа нет.

4. У синхронного двигателя механическая характеристика:
 - 1) жесткая
 - 2) мягкая
 - 3) абсолютно жесткая
 - 4) гиперболическая
 - 5) квадратичная

5. Регулирование скорости гидроприводов роботов осуществляется изменением:
 - 1) давления
 - 2) производительности насоса
 - 3) проходного сечения распределителя
 - 4) настройки редуционного клапана

6. Регулирование скорости гидроприводов роботов осуществляется изменением:
 - 1) давления
 - 2) производительности насоса
 - 3) проходного сечения распределителя
 - 4) настройки редуционного клапана

7. В регулируемом электроприводе электродвигатель преобразует:
 - 1) электрическую энергию в механическую
 - 2) электрическую энергию в механическую и наоборот

- 3) механическую энергию в электрическую
 - 4) параметры электрической энергии
8. Пневмоприводы применяют в манипуляторах:
- 1) с цикловой системой управления
 - 2) с контурной системой управления
 - 3) с позиционной системой управления
 - 4) с контурной и позиционными системами управления
9. Позиционирование роботов с пневмоприводами обычно осуществляется:
- 1) по упорам
 - 2) перекрытием проходных сечений распределителя
 - 3) регулированием давления в полостях пневмодвигателя
 - 4) изменением сечения дросселя
10. Скорость асинхронных двигателей можно регулировать, изменяя:
- 1) ток возбуждения
 - 2) напряжение питания трехфазной обмотки
 - 3) частоту питания трехфазной обмотки
 - 4) добавочные сопротивления в цепи статора
 - 5) добавочные сопротивления в цепи ротора

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Отметьте правильный ответ

Удерживающее усилие вакуумного захватного устройства $P_{ВП}$ рассчитывается по формуле

- 1) $P_{ВП} = k_p F_{з\gamma} (P_a - P_{\epsilon})$
- 2) $P_{ВП} = F_{з\gamma} (P_a - P_{\epsilon})^2$
- 3) $P_{ВП} = k_p mg P_a$
- 4) $P_{ВП} = k_{\mu} (P_{\epsilon} - P_a)^3$

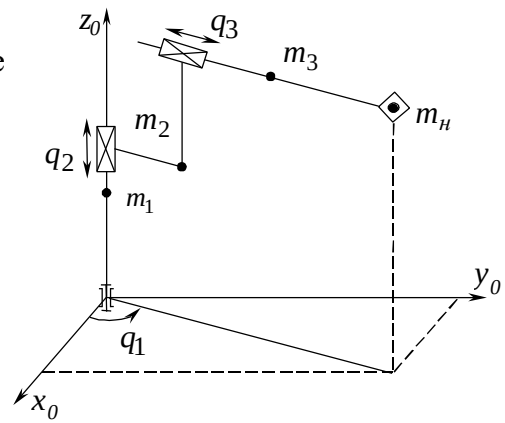
2. Отметьте правильный ответ

Сила притяжения электромагнита магнитных захватных устройств определяется формулой

- 1) $P_{\text{э}} = \frac{(in)^2}{25F(R_{\epsilon} + R_{\text{м}})^2}$
- 2) $P_{\text{э}} = \frac{(in)^2}{F(R_{\epsilon} + R_{\text{м}})}$
- 3) $P_{\text{э}} = \frac{(in)^2}{(R_{\epsilon} + R_{\text{м}})^2}$
- 4) $P_{\text{э}} = \frac{in}{k_p(R_{\epsilon} + R_{\text{м}})^2}$

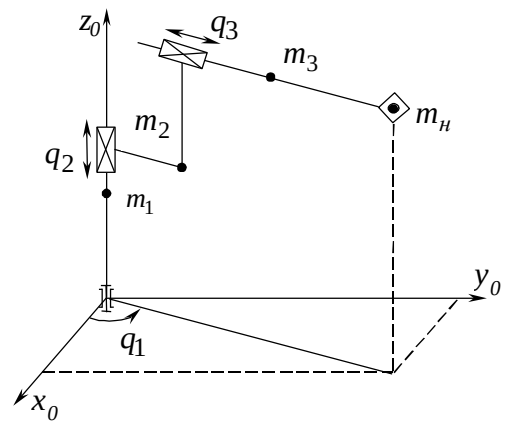
3. Сколько степеней подвижности имеет манипуляционное устройство, изображенное на рисунке:

- 1) 2;
- 2) 3;
- 3) 4;
- 4) 5.



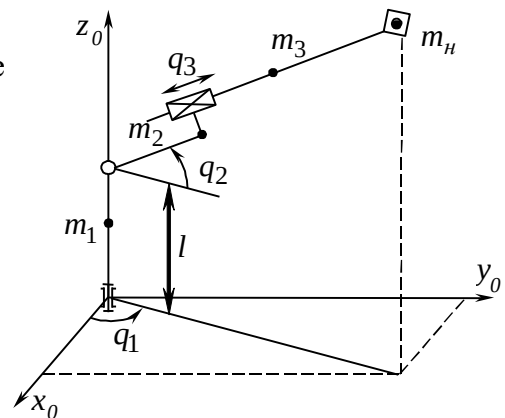
4. Изображенное на рисунке манипуляционное устройство является манипуляционным устройством со следующей системой координат:

- 1) прямоугольная;
- 2) цилиндрическая;
- 3) сферическая;
- 4) угловая.



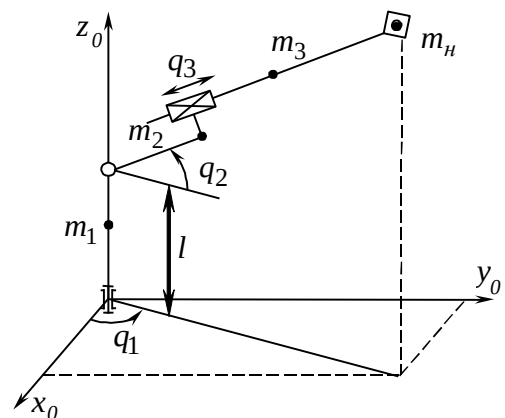
5. Сколько степеней подвижности имеет манипуляционное устройство, изображенное на рисунке:

- 1) 2;
- 2) 3;
- 3) 4;
- 6) 5.



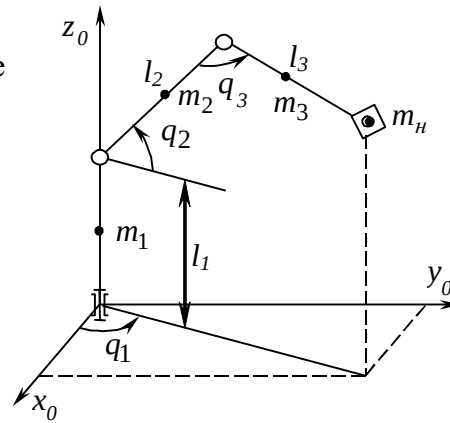
6. Изображенное на рисунке манипуляционное устройство является манипуляционным устройством со следующей системой координат:

- 1) прямоугольная;
- 2) цилиндрическая;
- 3) сферическая;
- 4) угловая.



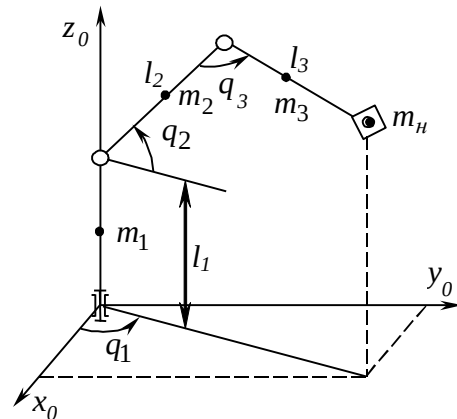
7. Сколько степеней подвижности имеет манипуляционное устройство, изображенное на рисунке:

- 1) 2;
- 2) 3;
- 3) 4;
- 4) 5.



8. Изображенное на рисунке манипуляционное устройство является манипуляционным устройством со следующей системой координат:

- 1) прямоугольная;
- 2) цилиндрическая;
- 3) сферическая;
- 4) угловая.



9. Гибкий производственный модуль это:

- 1) единица технологического оборудования для производства изделий произвольной номенклатуры, автоматически осуществляющая функции, связанные с производством изделий, имеющая возможность встраивания в ГПС;
- 2) совокупность оборудования с ЧПУ, РТК, и других единиц технологического оборудования;
- 3) совокупность промышленного робота и средств оснащения;
- 4) совокупность основного и вспомогательного технологического оборудования.

10. Уравнение механической характеристики ДПТ:

- 1) $\omega = \frac{U}{k\Phi} - \frac{Mr}{(k\Phi)^2}$
- 2) $\omega = \frac{U}{k\Phi} - \frac{Ir}{k\Phi}$
- 3) $\omega = \frac{U}{k\Phi} - \frac{Ir}{(k\Phi)^2}$
- 4) $\omega = \frac{U}{k\Phi} - \frac{Mr}{k\Phi}$

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Матрица преобразования системы координат $o'x'y'z'$, связанной со схватом робота, в систему координат $oxyz$, связанную с основанием, имеет вид:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0,5 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0,5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix}.$$

Определить угол между осями y' и x .

2. Матрица преобразования системы координат $o'x'y'z'$, связанной со схватом робота, в систему координат $охуз$, связанную с основанием, имеет вид:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0,5 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0,5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix}.$$

Определить угол между осями y и y' .

3. Матрица преобразования системы координат $o'x'y'z'$, связанной со схватом робота, в систему координат $охуз$, связанную с основанием, имеет вид:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix}.$$

Определить угол между осями x и x' .

4. Матрица преобразования системы координат $o'x'y'z'$, связанной со схватом робота, в систему координат $охуз$, связанную с основанием, имеет вид:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix}.$$

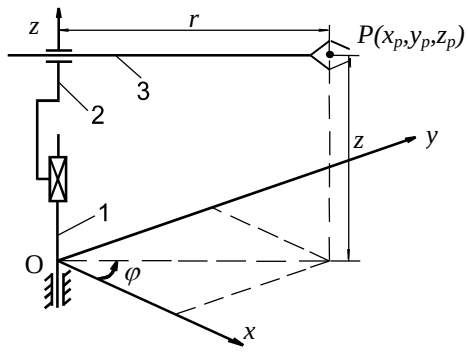
Определить угол между осями y и y' составляет:

5. Матрица преобразования системы координат $o'x'y'z'$, связанной со схватом робота, в систему координат $охуз$, связанную с основанием, имеет вид:

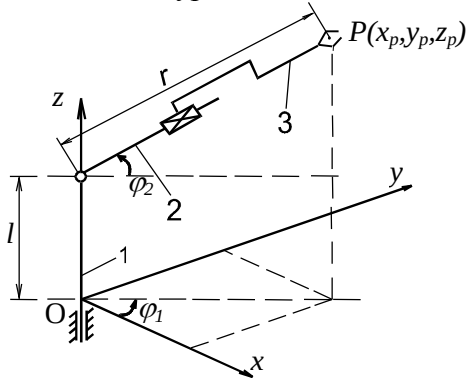
$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix}.$$

Определить угол между осями z и z' .

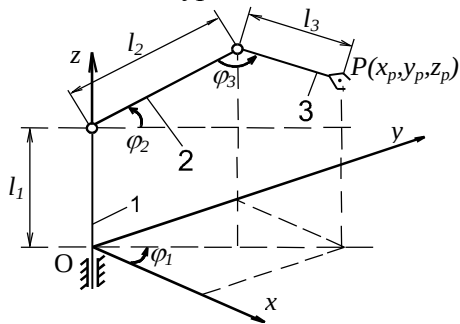
6. Составить уравнение кинематики для данного варианта манипулятора:



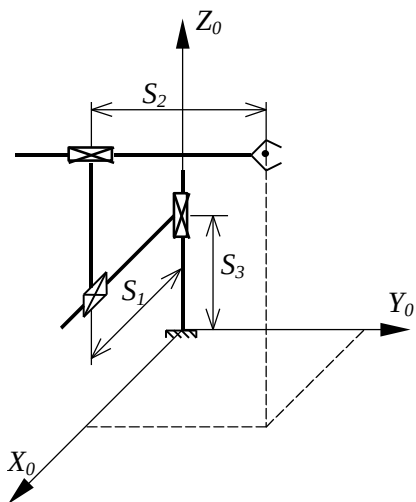
7. Составить уравнение кинематики для данного варианта манипулятора:



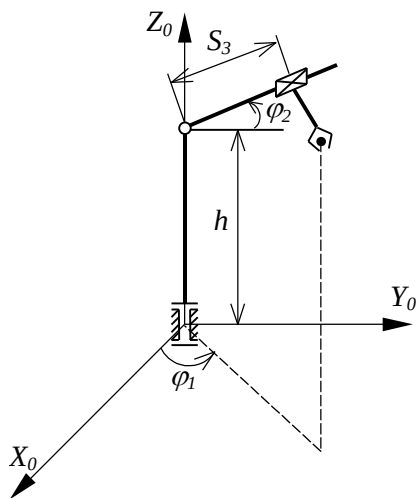
8. Составить уравнение кинематики для данного варианта манипулятора:



9. Составить уравнение кинематики для данного варианта манипулятора:



10. Составить уравнение кинематики для данного варианта манипулятора:



7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Возникновение и развитие современной робототехники.
2. Области применения ПР.
3. История развития робототехники.
4. Понятие «робот», «промышленный робот», «манипулятор».
5. Классификация роботов по выполняемым функциям и областям применения
6. Классификация роботов по степени универсальности.
7. Классификация роботов по способу управления (поколения роботов)
8. Функции, характеристики и типы ПР.
9. Агрегатно-модульный принцип построения ПР.
10. Роботы непромышленного применения.
11. Структура исполнительных устройств робота.
12. Приводы роботов. Определение. Назначение, классификация.
13. Преимущества и недостатки различных типов приводов
14. Функциональная схема электропривода.
15. Функциональная схема исполнительной системы.
16. Характеристики исполнительных систем.
17. Переносные и ориентирующие степени подвижности манипуляторов.
18. Понятие рабочей зоны манипулятора.
19. Системы координат манипуляторов.
20. Кинематические схемы манипуляторов.
21. Расчетная кинематическая схема манипуляционного устройства.
22. Прямая и обратная задачи кинематики.

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

1. Рабочие органы манипуляторов. Захватные устройства. Рабочий инструмент.
2. Вакуумные хватные устройства.
3. Механические хватные устройства.
4. Электромагнитные хватные устройства.
5. Функции системы управления (СУ).
6. Иерархическая структура СУ робота.
7. Классификация систем управления роботом.
8. Особенности цикловых систем управления роботом.

9. Позиционное и контурное управление роботами.
10. Функции информационных устройств.
11. Основные требования к датчикам.
12. Датчики внутренней информации.
13. Датчики внешней информации.
14. Датчики перемещения: назначение, основные типы, принцип действия
15. Понятия робототехнической системы (РТС) и роботизированного технологического комплекса (РТК).
16. Применение роботов в РТК механообработки.
17. Применение роботов в РТК кузнечно-штамповочном производстве.
18. Классификация РТС.
19. Сборочные РТС.
20. Сварочные РТС.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

(Например: Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	История развития робототехники. Области применения промышленных роботов	ОПК-3, ОПК-8, ОПК-9, ОПК-10	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Основные понятия, определения и терминология в робототехнике. Классификация промышленных роботов	ОПК-3, ОПК-8, ОПК-9, ОПК-10	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	Устройство ПР. Функции подсистем роботов. Робот как система.	ОПК-3, ОПК-8, ОПК-9, ОПК-10	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	Исполнительные устройства	ОПК-3, ОПК-8,	Тест, контрольная работа,

	роботов	ОПК-9, ОПК-10	защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	Манипуляционные устройства роботов	ОПК-3, ОПК-8, ОПК-9, ОПК-10	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
6	Приводы роботов	ОПК-3, ОПК-8, ОПК-9, ОПК-10	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
7	Захватные устройства роботов	ОПК-3, ОПК-8, ОПК-9, ОПК-10	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
8	Системы управления роботов	ОПК-3, ОПК-8, ОПК-9, ОПК-10	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
9	Информационные устройства роботов	ОПК-3, ОПК-8, ОПК-9, ОПК-10	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
10	Робототехнические системы и комплексы	ОПК-3, ОПК-8, ОПК-9, ОПК-10	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Климов А.С., Машнин Н.Е. Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке: учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. - СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 240 с.
2. Юревич Е.И. Основы робототехники . - 2-е изд. , перераб. и доп.- СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 416 с.
3. Ревнев С.С. Основы моделирования технических систем: учебное пособие / С.С. Ревнев, В.А. Трубецкой, Ю.С. Слепокуров. - Воронеж: ГОУ ВПО ВГТУ. 2008. – 115 с.
4. Трубецкой В.А. Ревнёв С.С. Методические указания к практическим занятиям по курсу "Проектирование роботов и РТС" для студентов специальности 220402 "Роботы и робототехнические системы " дневной и очно-заочной форм. – Воронеж: ВГТУ. 2010.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Лицензионное программное обеспечение

1. LibreOffice;
2. Apache OpenOffice 4.1.11;
3. Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic;
4. Acrobat Pro 2017 Multiple Platforms Russian AOO License TLP;
5. FEMM 4.2;
6. SciLab;
7. MATLAB Classroom;
8. Simulink Classroom.

Отечественное ПО

1. «Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат. ВУЗ»».
2. Модуль «Программный комплекс поиска текстовых заимствований в открытых источниках сети интернет «Антиплагиатинтернет»».
3. Модуль обеспечения поиска текстовых заимствований по коллекции диссертаций и авторефератов Российской государственной библиотеки (РГБ).
4. Модуль поиска текстовых заимствований по коллекции научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» <http://www.edu.ru/>

Образовательный портал ВГТУ

Информационная справочная система

1. <http://window.edu.ru>
2. <https://wiki.cchgeu.ru/>

Современные профессиональные базы данных

1. Электротехника. Сайт об электротехнике
Адрес ресурса: <https://electrono.ru>
2. Электротехнический портал
<http://электротехнический-портал.рф/>
3. Силовая электроника для любителей и профессионалов
Адрес ресурса: <http://www.multikonelectronics.com/>
4. Netelectro

Новости электротехники, оборудование и средства автоматизации.

Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления

Адрес ресурса: <https://netelectro.ru/>

5. Marketelectro

Отраслевой электротехнический портал. Представлены новости отрасли и компаний, объявления, статьи, информация о мероприятиях, фотогалерея, видеоматериалы, нормативы и стандарты, библиотека, электромаркетинг.

Адрес ресурса: <https://marketelectro.ru/>

6. Электромеханика

Адрес ресурса: <https://www.electromechanics.ru/>

7. Electrical 4U

Разделы сайта: «Машины постоянного тока», «Трансформаторы», «Электротехника», «Справочник»

Адрес ресурса: <https://www.electrical4u.com/>

8. All about circuits

Одно из самых крупных онлайн-сообществ в области электротехники. На сайте размещены статьи, форум, учебные материалы (учебные пособия, видеолекции, разработки, вебинары) и другая информация

Адрес ресурса: <https://www.allaboutcircuits.com>

9. Библиотека ООО «Электропоставка»

Адрес ресурса: <https://elektropostavka.ru/library>

10. Электрик

Адрес ресурса: <http://www.electrik.org/>

11. Чертежи.ru

Адрес ресурса: <https://chertezhi.ru/>

12. Электроспец

Адрес ресурса: <http://www.elektrospets.ru/index.php>

13. Библиотека WWER

Адрес ресурса: <http://lib.wwer.ru>

14. Единая система конструкторской документации.

Адрес ресурса: https://standartgost.ru/0/2871-edinaya_sistema_konstruktorskoy_dokumentatsii //

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Специализированная лекционная аудитория, оснащенная ПК и проекционным оборудованием.

Практические занятия проводятся в лаборатории 111/3 кафедры ЭАУТС.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Основы мехатроники и робототехники» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета кинематических и динамических характеристик роботов, геометрической компоновки роботизированных участков, программных движений роботов при выполнении сварочных операций. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов;

	- работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП